



0.5

.13



ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XXIV.



UND

CHEMIE.

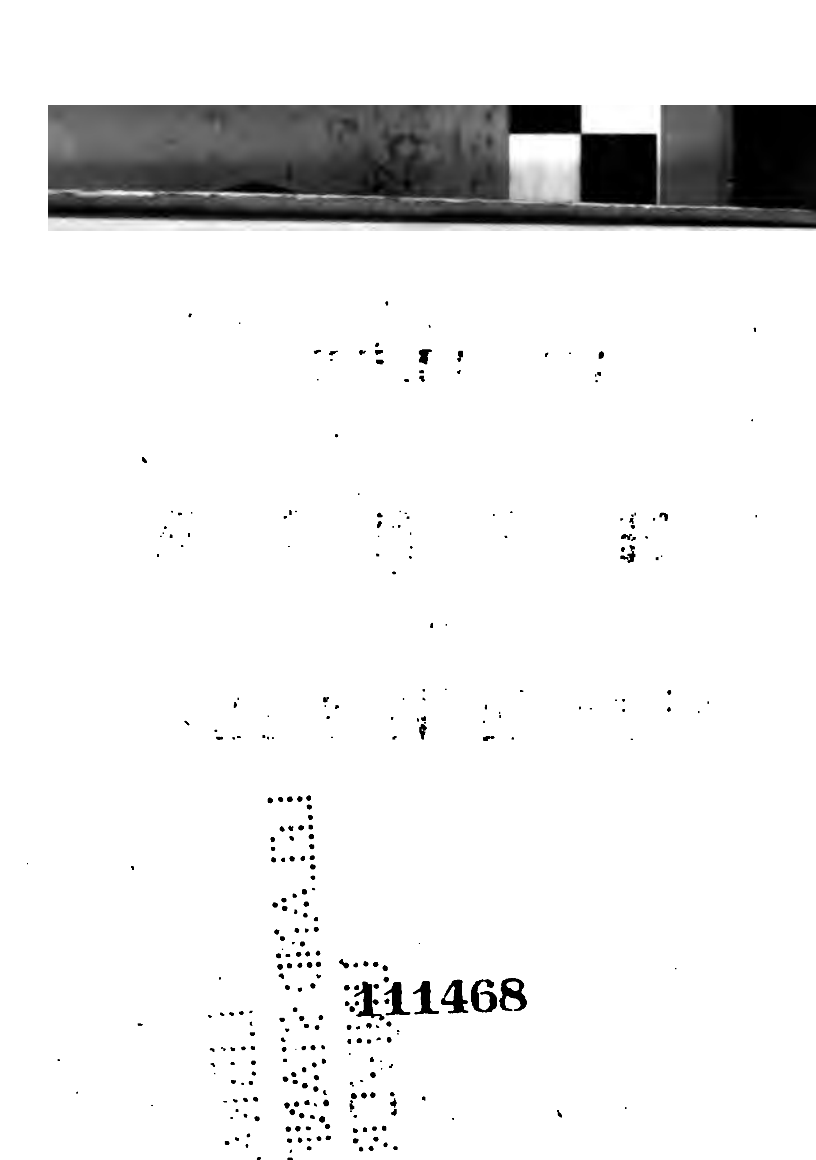
HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

VIERUNDZWANZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERTSTER.



Inhalt

des Bandes XXIV der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Seite

Zweites Stück.



Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

BAND XXIV. STÜCK 1.
DER GANZEN FOLGE HUNDERTSTEN BANDES ERSTES STÜCK

1832. *No.* 1.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.



Inhalt.





Von diesen der Physik und Chemie gewidmeten Annalen, welche mit den von Gren und Gilbert herausgegebenen Zeitschriften eine seit 1790 bestehende ununterbrochene Reihenfolge bilden, erscheinen im Laufe des Jahres zwölf Hefte von der Einrichtung des gegenwärtigen, durchschnittlich zehn Druckbogen stark.

Der Preis für den ganzen Jahrgang von zwölf Heften oder drei Bänden ist auf 9 Rthlr. 8 gGr. festgesetzt.

Beiträge für die Annalen bittet man entweder an die Verlagshandlung (Joh. Ambros. Barth) in Leipzig oder an den Herausgeber in Berlin zu addressiren.

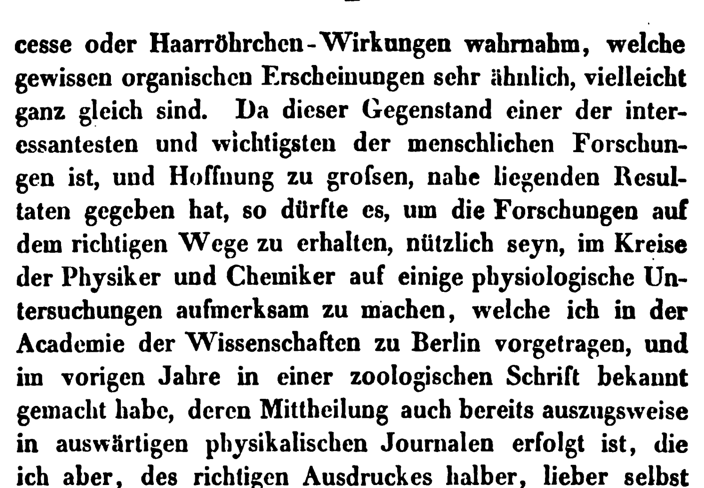
ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1832, ERSTES STÜCK.

I. *Ueber das Entstehen des Organischen aus einfacher sichtbarer Materie, und über die organischen Molecülen und Atomen insbesondere, als Erfahrungsgegenstände, nebst Betrachtungen über die Sehkraft des menschlichen Auges;*

von C. G. Ehrenberg.

Es hat Physiker gegeben, welche die Gröfse der Elementartheilchen der Körper für gar nicht so sehr klein hielten, dafs sie den menschlichen Sinnen unerreichbar wären, und es hat Chemiker gegeben, welche die Wechselverbindungen der Urstoffe oder einfachen Materien, bis zur Bildung lebendiger Organismen zu verfolgen für möglich gehalten, ja sogar in die Reihe der Erfahrungen gestellt haben. Andere haben einen eigenen Gährungsprocefs zu erkennen geglaubt, dessen Product die Bildung kleiner Thier- und Pflanzen-Körper sey und den man mit dem Namen der Infusionsgährung belegt hat. Die Wahrscheinlichkeit der Erlangung organischer Körper auf chemisch-synthetischem Wege hat sich in der neuern Zeit dadurch besonders verbreitet, weil man einzelne organische Producte auf chemischem Wege ganz gleichartig synthetisch darzustellen gewonnen hatte und galvanische Pro-



cesse oder Haarröhrchen-Wirkungen wahrnahm, welche gewissen organischen Erscheinungen sehr ähnlich, vielleicht ganz gleich sind. Da dieser Gegenstand einer der interessantesten und wichtigsten der menschlichen Forschungen ist, und Hoffnung zu grofsen, nahe liegenden Resultaten gegeben hat, so dürfte es, um die Forschungen auf dem richtigen Wege zu erhalten, nützlich seyn, im Kreise der Physiker und Chemiker auf einige physiologische Untersuchungen aufmerksam zu machen, welche ich in der Academie der Wissenschaften zu Berlin vorgetragen, und im vorigen Jahre in einer zoologischen Schrift bekannt gemacht habe, deren Mittheilung auch bereits auszugsweise in auswärtigen physikalischen Journalen erfolgt ist, die ich aber, des richtigen Ausdruckes halber, lieber selbst in ein physikalisches Gewand einzukleiden versuchen will.

I. Beitrag zur Critik der Generatio aequivoca.

Ich habe mich seit einer langen Reihe von Jahren damit beschäftigt, die Bedingungen der Generatio spontanea der organischen Körper zu verfolgen. Zu diesem Zwecke war es nöthig, diejenigen organischen Körper, deren Entstehen man einer Generatio primitiva oder spontanea zuschreibt, in ihren Lebensverhältnissen und besonders in ihren Anfangszuständen genau zu beobachten.

1. Pilze.

Durch sorgfältige Untersuchungen der Pilze und Schimmel, deren systematisches Resultat ich im Jahre 1818 in einer Inaugural-Dissertation, unter dem Titel: *Sylvae mycologicae Berolinenses*, bekannt machte, entdeckte ich zuerst im Jahre 1819 das wirkliche Keimen der Pilz- und Schimmelsamen, welches man zwar in der neueren Zeit hie und da hypothetisch angenommen und beschrieben hatte, wofür aber die für dasselbe angeführten Versuche und wirklichen Erfahrungen des verdienstvollen flo-

rentiner Botanikers Micheli vom Jahre 1718 keinen genügenden Beweis abgaben. Derselbe sah nämlich zwar Pilze da aufgehen, wohin er vermeintlichen Samen absichtlich gestreut hatte, allein bekanntlich finden sich auch oft genug dergleichen da, wo kein Same absichtlich hingestreut wurde, und so blieb es für jeden sorgfältigen Forscher zweifelhaft, ob, ungeachtet der von Micheli angegebenen Vorbereitungen, aus den hingestreuten sogenannten Samen jene Pilze wirklich entstanden waren, oder ob Beides, das vermeintliche Säen und das Entstehen von ähnlichen Pilzen, in Zeit und Ort blofs defshalb coincidirten, weil die Bedingungen der Generatio spontanea daselbst mit befördert wurden. Je wichtiger und einflufsreicher die Folgerungen waren, welche man auf diese Beobachtungen stützen konnte, desto schärferer Critik mufsten dieselben unterworfen werden. Das wirkliche Beobachten des Keimens einzelner Samen und deren Wachsthums konnte allein den mit der Verbreitung der Idee einer Generatio spontanea nothwendig wachsenden Zweifel an der Richtigkeit jener Beobachtung heben, und diefs hatte niemand versucht. Ich verfolgte damals diese Idee durch genauere Beobachtungen, als Micheli gemacht hatte, und war glücklich genug, sowohl den Gegenstand zu ergründen, als auch die Bedingungen aufzufinden, unter denen die Beobachtung des wirklichen Keimens der Schimmel-Samen sich in jeden beliebigen 48 Stunden leicht wiederholen läfst.

Diese Erfahrungen theilte ich im Jahre 1820 im Auszuge deutsch in der Regensburger Flora oder botanischen Zeitung, 2ter Theil, pag. 535, umständlich aber in einem lateinischen Schreiben (*De Mycetogenesi epistola. Neesio ab Esenbeck scripsit Ehrenberg. Nova Acta Nat. Cur. Vol. X.*) dem Herrn Präsidenten der Leopolds-Academie zu Bonn mit. Ich habe daselbst Abbildungen der Pilzsamen, ihres Keimens und ihrer allmäligen Entwickelung bis zur Vollendung und neuen Samenbildung

gegeben, und dieselben Erfahrungen sind bereits mehrfach von Anderen (siehe Fr. Nees von Esenbeck in der Flora od. bot. Zeitung 1820, pag. 531, und Schilling in Kastner's Archiv X. pag. 429. 1827, letzterer giebt die Beobachtung im Jahre 1827 für seine Entdeckung aus) wiederholt worden. Mit dieser Beobachtung wurde die Tendenz der Pilze und Schimmel zu einer cyclischen Entwickelung festgestellt, und die Nothwendigkeit einer Generatio primitiva von ihnen so weit wie bei den übrigen Pflanzen entfernt. Diese kleinen, sich dem gewöhnlichen Gesichtskreise entziehenden Körper traten in die Reihe der übrigen gröfseren Naturkörper so ein, dafs das Wunderbare ihres oft räthselhaften Erscheinens sich auf eine nöthige Feinheit der Beobachtung, und deren unüberwindliche Schwierigkeit in der freien Natur zurückweisen läfst, während ein Stückchen faules Holz und eine einzelne faule Birne, etwas Hausenblase dergl. als Saatboden den Cyclus der Entwickelung dieser organischen Formen im Zimmer klar vor Augen zu haben gestatten.

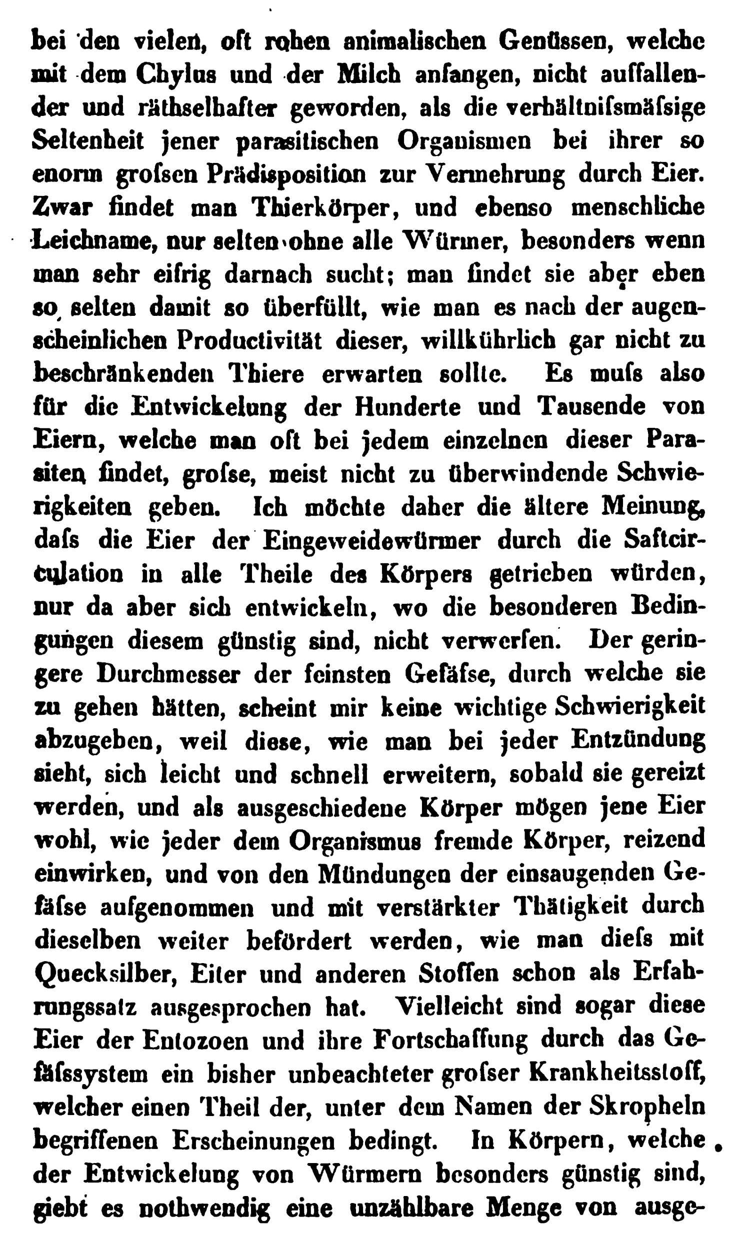
Fortgesetzte Beobachtungen der kleinsten Organismen haben mich später immer mehr in der Ansicht bestärkt, dafs nicht nur bei allen diesen Formen, neben der vermeintlichen Generatio spontanea, eine cyclische Entwikkelung durch Beobachtung zu erreichen ist, sondern dieselben nöthigen mich sogar auszusprechen, dafs alle bisher für die Generatio spontanea sprechenden Beobachtungen und Erfahrungen viel zu wenig umsichtig und tadellos sind, als dafs sie eine Beweiskraft haben könnten, und dafs mithin die Idee von einer fortbestehenden Generatio primitiva organischer Körper, wenn sie den Werth eines Erfahrungsgegenstandes haben soll, von Neuem erst durch schärfere Beobachtungen zu erweisen ist.

2. Eingeweidewürmer.

Da sich aufser den Pilzen und Schimmeln die Idee der Generatio primitiva besonders noch auf das unerklär-

liche Entstehen der Eingeweidewürmer und der Infusionsthiere stützt, so waren es besonders diese Formen, denen ich meine Aufmerksamkeit späterhin widmete. In den Jahren 1820 bis 1826 und im Jahre 1829 sammelte ich auf meinen Reisen in Africa, Westasien und Sibirien möglichst viele geographische Beobachtungen aller existirenden kleinsten Organismen, und durch die zahllose Menge meiner vorurtheilsfreien, so viele Jahre unter den verschiedensten Verhältnissen fortgesetzten Beobachtungen gewann ich desto mehr Abneigung gegen die Idee der Generatio spontanea, je mehr ich eine weit schärfere Einsicht in eine tiefe Organisation dieser sogenannten organischen Schlufsformen, Molecülen oder kleinsten organischen Wesen erhielt, welche die Nothwendigkeit ihrer primitiven Entstehung beseitigt, und dieser ganz andere Möglichkeiten und Wirklichkeiten gegenüberstellt.

Bei Beobachtung der Eingeweidewürmer fand ich überall die ganze Einrichtung fast aller dieser Thiere so überwiegend für die Fortpflanzung durch Eier gestaltet, dafs ich ihrem engen Verhältnifs zu den inneren Theilen lebender Thierkörper und der daraus hervorgehenden grofsen Schwierigkeit der directen Beobachtung ihrer cyclischen Entwickelung weit leichter die Ursache des scheinbar Abweichenden und Räthselhaften in ihrem Entstehen zuschreiben mochte, als einer ganz eigenthümlichen Naturkraft, welche nur da wirke, wo die menschlichen Beobachtungen gehindert sind, und die Sinne nicht hinreichen. Deutlich ausgebildete, nie fehlende Begattungs- und Fortpflanzungsorgane, deren Entwickelung die der andern organischen Systeme meistens überwiegt, deutet bei den Eingeweidewürmern offenbar auf eine vorherrschende cyclische Entwickelung, wie sie die gröfseren Organismen zeigen, deutlich hin, und macht ihre Generatio primitiva, für welche nichts als die Schwierigkeit der Beobachtung spricht, sehr unwahrscheinlich. Das Erscheinen von Eingeweidewürmern im Innern organischer Körper ist mir



bei den vielen, oft rohen animalischen Genüssen, welche mit dem Chylus und der Milch anfangen, nicht auffallender und räthselhafter geworden, als die verhältnifsmäfsige Seltenheit jener parasitischen Organismen bei ihrer so enorm grofsen Prädisposition zur Vermehrung durch Eier. Zwar findet man Thierkörper, und ebenso menschliche Leichname, nur selten ohne alle Würmer, besonders wenn man sehr eifrig darnach sucht; man findet sie aber eben so selten damit so überfüllt, wie man es nach der augenscheinlichen Productivität dieser, willkührlich gar nicht zu beschränkenden Thiere erwarten sollte. Es mufs also für die Entwickelung der Hunderte und Tausende von Eiern, welche man oft bei jedem einzelnen dieser Parasiten findet, grofse, meist nicht zu überwindende Schwierigkeiten geben. Ich möchte daher die ältere Meinung, dafs die Eier der Eingeweidewürmer durch die Saftcirculation in alle Theile des Körpers getrieben würden, nur da aber sich entwickeln, wo die besonderen Bedingungen diesem günstig sind, nicht verwerfen. Der geringere Durchmesser der feinsten Gefäfse, durch welche sie zu gehen hätten, scheint mir keine wichtige Schwierigkeit abzugeben, weil diese, wie man bei jeder Entzündung sieht, sich leicht und schnell erweitern, sobald sie gereizt werden, und als ausgeschiedene Körper mögen jene Eier wohl, wie jeder dem Organismus fremde Körper, reizend einwirken, und von den Mündungen der einsaugenden Gefäfse aufgenommen und mit verstärkter Thätigkeit durch dieselben weiter befördert werden, wie man diefs mit Quecksilber, Eiter und anderen Stoffen schon als Erfahrungssatz ausgesprochen hat. Vielleicht sind sogar diese Eier der Entozoen und ihre Fortschaffung durch das Gefäfssystem ein bisher unbeachteter grofser Krankheitsstoff, welcher einen Theil der, unter dem Namen der Skropheln begriffenen Erscheinungen bedingt. In Körpern, welche der Entwickelung von Würmern besonders günstig sind, giebt es nothwendig eine unzählbare Menge von ausge-

schiedenen Eiern jener Parasiten, die, sobald sie nicht in den Darmkanal oder die sogenannten ersten Wege ausgeschieden werden, als fremde Körper Störungen hervorbringen müssen. Geschieht die Aufsaugung ganz oder vorzugsweise durch die Lymphgefäſse, so bedingt dieſs auch ihren vorzüglichen oder alleinigen Einfluſs auf dasselbe System. Stockungen in den Lymphgefäſsen, besonders aber in deren Geflechten, den sogenannten Drüsen, die zu localen Lymphcongestionen, Entzündungen und krankhaften Erscheinungen von mancherlei Art führen, sind auf diese Weise sehr leicht begreiflich, und gewiſs verdienen diese, nicht der Speculation, sondern der Wirklichkeit angehörenden Dinge die Aufmerksamkeit der medicinischen Wissenschaft. Tausende von Eiern der Eingeweidewürmer, deren Existenz in vielen Körpern nicht zu leugnen ist, müssen, da sie sich selten in so groſser Menge entwickeln, durch die Schwierigkeit ihres Gelangens an die, für ihre Entwickelung geschickten Orte und Verhältnisse, untergehen während nur einzelne, oft gar keine, dergleichen wirklich erreichen. Ein solches Verhältniſs der Zahl der Eingeweidewürmer und ihrer Eier zum Organismus gröſserer Thierkörper findet sich auch wirklich. Häufig sieht man bei Thieranatomieen eine kleine Menge ganz ausgewachsener, mit zahllosen Eiern erfüllter Würmer ohne alle junge Brut in ihrer Nähe, und ich war, bei der sehr bedeutenden Menge meiner Zergliederungen thierischer Körper (ich habe allein aus Afrika die Eingeweidewürmer von 196 Thier-Arten mitgebracht, die ich alle selbst, von manchen 40 — 50 Individuen, anatomirt habe), oft verwundert, nur wenig lebende Thiere vorzufinden, obwohl diese mit Eiern ganz angefüllt waren. So habe ich durch mühsame Beobachtung immer fester bei mir die Ansicht begründet, daſs es viel wunderbarer sey, wie die groſse Productivität der Entozoen durch die lebenden Organismen so sehr beschränkt werde, als wie es möglich sey, daſs lebende Wür-

kleinsten organischen Körper aus Schleim, Pflanzenzellen u. s. w. gesehen, noch viel weniger aber hatte ich das allmälige Ausbilden von plötzlich entstandenen Elementargrenzen (Umrissen) von Entomostratis und anderen gröfseren Thierchen beobachtet, welches eine wunderliche Täuschung des Herrn Fray gewesen ist, der die Bälge und Fragmente der todten kleinen Thiere für Entwürfe und Anfänge neuer Generationen gehalten hat *). Auch die in Afrika fortgesetzten Beobachtungen machten mir immer wahrscheinlicher, dafs die Entstehung der kleinsten Organismen ebenfalls eine cyclische sey, denn obwohl die Umstände nicht erlaubten, die Structurbeobachtungen der Infusorien daselbst zu ihrer Vollendung zu führen, so ergab sich doch eine durch Zeichnung und Messung festgestellte, immer klarere Wiederholung der gleichen Formen und durchaus nicht die grenzenlose Variation derselben, welche aus der Idee einer Verwandlung zerstörter organischer Stoffe in unbestimmte Elementarformen des Lebens zu erwarten gewesen. So rückten, mit immer festerer Basis, die Beobachtungen weiter. Corti's Beobachtung, dafs die Eier einiger Infusorien (*Brachionus*) beim Auskriechen des Jungen platzen und eine leere Eihaut, ein wahres Chorion zurücklassen, hatte ich schon frühzei-

*) *Essai sur l'origine des corps organisés et inorganisés par* Fray. *Paris* 1817, *pag.* 71. »*J'ai vu des monocles des polypes des vers et d'autres animaux, qui n'étaient encore qu'ébauchés; la forme extérieure était jetée, mais l'interieur n'avait pas reçu tous les globules actifs qui devaient le constituer. Ces esquisses étaient encore immobiles.*« Diefs erinnert an die bekannten alten aegyptischen Frösche, welche nach der Ueberschwemmung dort entstehen sollen, und eine Zeit lang nur erst vorn ausgebildet herum hüpfen, während der Hintertheil noch Schlamm ist. Jene Zeit hat sich geändert, denn wer dergleichen Frösche heut zu Tage sieht, bleibt, auch in Egypten, nicht mehr mit heiligem Schauder in Entfernung davor stehen, sondern fafst sie an und findet, dafs unter dem Schmutz des Hintertheils sich mehr als Umrisse verbergen. So ist mir selbst es am Nil ergangen, wohin ich freilich schon als Skeptiker kam.

tig gemacht, ohne den ersten Beobachter zu kennen, und ich hatte sogar bemerkt, dafs die Eier an zarten Fäden hingen, an welchen sie von den Thierchen, wie bei den Krebsen herumgetragen werden. Auch den vollkommenen Darmkanal erkannte ich durch den Wirbel der Mundöffnung und durch die Ausleerungen der Afteröffnung, und sah auch nach natürlichen Anfüllungen zuweilen seinen ganzen Verlauf bei Räderthieren. Später sah ich bestimmte Spuren von schönroth gefärbten Augen bei den Räderthieren und Brachionen, und ich erkannte immer deutlicher einen Kau-Apparat bei allen Formen und bei einigen freie Muskeln. Im Jahre 1827 waren meine Ansichten über die Structur der Räderthiere so weit entwickelt, wie ich sie auf der 3ten und 6ten Tafel der Phytozoen meiner *Symbolae physicae* dargestellt habe. Dieselbe Decade der Kupfertafeln wurde von mir im Jahre 1828 der Versammlung der Naturforscher zu Berlin fertig, nur ohne Text, vorgelegt. Bory de St. Vincent's Nomenclatur hatte ich auf den Tafeln, obwohl ich sie nicht billigte, nur defshalb angewendet, weil ich vor vollendeter Reife meiner eigenen Beobachtungen Neuerungen für schädlich, für unnütze Mehrung der Synonyme hielt. Das Lob der Chevallier'schen Microscope nach Selligues Angabe, welche bei mäfsigem Preise gröfsere Wirkungen hervorbrächten, als die gewöhnlichen, veranlafste mich zum Ankauf eines solchen im Jahre 1828, und ich suchte mit demselben jenem physiologischen Ziele, das ich seit 10 Jahren bereits unermüdlich verfolgt hatte, wieder einen Schritt näher zu kommen. Eine Revision der Infusorien zeigte mir nicht nur, dafs meine früheren Beobachtungen keine Täuschung waren, sondern bestätigte dieselben und vermehrte meine Anschauungen ihrer deutlichen grofsen Organisation. Besonders überzeugte ich mich, dafs die vermeinten Augenspuren bei einigen Räderthierchen, Rotifer und Brachionus, sehr bestimmt und beständig waren. Schon eingeübt in

dieses neue Instrument, benutzte ich dasselbe auf der im Jahre 1829 mit Herrn Alexander von Humboldt unternommenen Reise nach Sibirien sehr eifrig. Die grofse Reihe der auf dieser Reise gemachten genauen Beobachtungen, Zeichnungen und Messungen erlaubte mir, nach meiner Rückkehr in Berlin, fruchtbare Vergleichungen mit meinen früher in Leipzig, Berlin, Afrika und Arabien gemachten Beobachtungen, und da ich nicht mehr die Besorgnifs hegen durfte, dafs die Vertheidiger und Beobachter der Generatio aequivoca mit wirksameren Instrumenten versehen gewesen, da ich vielmehr schon eine höchst merkwürdige Reihe von Structur-Details der kleinsten Wesen gewonnen hatte, wie sie nie von Jemand erwähnt war, so wurde mir allmälig die Wahrscheinlichkeit einer durchgreifenden grofsen Organisation auch der Infusorien und sogenannten Elementar-Molecülen, so wie ihrer cyclischen Entwickelung und vieler Mifsgriffe der früheren Beobachter, zur Ueberzeugung. Ich erkannte besonders das grofse Mifsverhältnifs zwischen den Erzeugungs- und Structur-Angaben derer, welche die Generatio primitiva direct beobachtet zu haben meinen, und die das plötzliche Entstehen organischer Körper aus Urstoffen, oder sein allmäliges Bilden beobachtet zu haben behaupten, ohne den zusammengesetzten inneren Bau derselben erkannt zu haben, während ich, der ich seit einer Reihe von Jahren immer tiefere Einsicht in den Organismus der, als organlos oder unvollkommen entwickelt angegebenen, kleinen Formen erhielt, nie ein plötzliches oder allmäliges Entstehen derselben aus Molecülen, Schleim, Pflanzenzellen u. dergl. belauschen konnte. Sehr bekräftigend wirkte auf mich eine Vergleichung meiner, unter den verschiedensten geographischen Verhältnissen gesammelten Beobachtungen über die Glockenthierchen (*Vorticella Convallaria* und andere Arten dieser Gattung), und eine defshalb von Neuem vorgenommene, angestrengte Betrachtung ihrer allmäligen individuellen Veränderung

brachte mir Klarheit in eine ganze Reihe sehr verschiedener Formen, in denen ich einen festen Cyclus von einander abstammender Gestalten erkannte. Diese, mit Ueberzeugung erkannte Thatsache, bei den so einfach erscheinenden, sehr kleinen Formen, regte mich an, meine Beobachtungen immer sorgfältiger auf diesen Punkt zu lenken, und gab mir ein bestimmtes Vorgefühl naher interessanter Resultate. Grofse Organisation und cyclische Entwickelung der Molecülen waren mir klar vorschwebende Wahrheiten, deren gründlicher Beweis möglich war. Ich suchte nur nach Mitteln der Darstellung. Glücklich war der Gedanke, welcher mir die, schon öfter von mir vergeblich, aber ohne Consequenz, geprüften farbigen Nahrungsstoffe eben da in das Gedächtnifs rief. Im Vertrauen auf Erfolg, that ich verschiedene Farbestoffe in das Wasser der Infusorien, und erwartete die Aufnahme derselben in ihre Ernährungsorgane. Die ersten Versuche mit gewöhnlichen Tuschfarben schlugen fehl, obwohl ich sehr verschiedene Farbestoffe gewählt hatte. Meine Ueberzeugung des günstigen Erfolgs war jedoch schon so stark, dafs ich nicht mehr der Organisation der Thierchen den Grund des Mifslingens zuschrieb, sondern den unpassenden Farbestoffen. Andere Versuche mifslangen wieder. Einmal aber bemerkte ich beim Experimentiren einen weifslichen Bodensatz auf der kleinen Glasplatte, wo ich Tuschfarbe zum Infusorienwasser mischte, und da bekanntlich die verkäuflichen Deckfarben mit Bleiweifs vermischt sind, so wählte ich reine Farben, und zwar solche, die ich als der thierischen Organisation am wenigsten widerlich vermuthete. Für dergleichen Farbestoffe hielt ich nun Indigo, Carmin und Saftgrün, da sie sämmtlich rein organischen Ursprungs sind. Mit diesen begann ich die Versuche von Neuem. Hiermit war auch der Schlüssel gefunden. Alle Infusorien, auch die kleinsten, füllten sich sehr bald mit den Farbestoffen an. Die Trübung des Wassers durch Farbe liefs mich noch viel deutli-

eher als Trübungen durch Schlamm, welche ich früher zur Beobachtung der Wimpern benutzt hatte, neben dem Daseyn dieser Wimpern auch eine einzelne Stelle des Körpers erkennen, wohin der durch die Wimpern erregte Strudel die kleinen Nahrungstheilchen führte, und wo dieselben in den inneren Körper aufgenommen wurden. Im Innern liefsen sich, bei der Durchsichtigkeit aller dieser Thierchen, sehr deutlich, entweder ein ausgebildeter einfacher Darmkanal, oder scharf umschriebene, blasige, magenähnliche, gefärbte Behälter erkennen. Bei stark angefüllten Thierchen konnte ich eben so deutlich an anderen Körperstellen, meist am Hintertheile, Ausleerungen der überflüssigen Stoffe durch eine besondere Afteröffnung wahrnehmen. So waren denn diese Spuren der Organisation der kleinsten Wesen nicht mehr nutzlose Andeutungen von Organen, sondern sehr deutlich fungirende wirkliche Organe: Wimpern, Mund, Darm, Afteröffnung. Dieser zwar lange vorbereitete und gleichsam abgezwungene, aber in solcher Deutlichkeit unerwartete Erfolg war in seinen Resultaten zu reich, als dafs ich nicht noch mit gröfster Spannung einerseits mich hätte sogleich bemühen sollen, alle in meiner Nähe vorkommenden Infusorienformen, die ich schon vielfach beobachtet hatte, und deren Abbildungen ich besafs, mit diesem Mittel zu prüfen, ihre Ernährungsorgane anschaulich zu machen, und deren Form zu verzeichnen und festzustellen, andererseits waren offenbar mit den so nachgewiesenen Organen die Organismen keineswegs abgeschlossen. Die Eier, Muskeln und Augen der Räderthierchen machten auch bei den übrigen die Existenz ähnlicher Systeme wahrscheinlich. Ich habe defshalb mit der angestrengtesten Beharrlichkeit nicht nur alle Infusorienspecies der Umgegend Berlins rücksichtlich ihrer Ernährungsorgane auf jene Weise einzeln revidirt, sondern ich habe mich auch bemüht, mehr Klarheit und Uebersicht in die Gesammtorganisation dieser kleinen Wesen zu bringen. So erkannte ich mit viel gröfserer Be-

stimmtheit das wahre Verhältnifs der freien Bewegungsmuskeln, den ganzen Verlauf des Darmes, den Verlauf und die Form weiblicher und männlicher Fortpflanzungsorgane, die grofse Allgemeinheit schönrother Augenpunkte, regelmäfsig verlaufende Spuren von Gefäfsen, und überdiefs noch kleine drüsige Körper und Fäden im Innern, welche dem Character von Nerven gar nicht widersprechen. Im Schlunde aber unterschied ich Zähne von einer solchen Deutlichkeit, dafs diese allein, wären sie früher entdeckt worden, hingereicht haben würden, die Vollkommenheit der übrigen Organisation nach dem Typus gröfserer Thiere annehmlich zu machen. — Bei den kleinsten Infusorien, welche bisher immer als homogene Kügelchen betrachtet wurden, erkannte ich aufser deutlichem inneren Magen und zuweilen deutlichem Darmkanale mit Mund und Afteröffnung ebenfalls, wenigstens bei einer Gattung (*Euglena*), augenähnliche rothe Punkte. Von besonderem Einflufs wurde aber die bei andern gewonnene Aufklärung über ihre Fortpflanzungsorgane. Ein netzförmiges, körniges, die Zwischenräume des blasigen Darmkanals ausfüllendes, sehr feines Wesen sah ich durch die Afteröffnung ausscheiden, was sich als ein Eierlegen gar zu bestimmt characterisirte. Die Thiere wurden dabei kleiner, faltig und eckig veränderten mithin auffallend ihre Form, schwammen aber munter weiter. Einen gleichen Character schien mir die alte, auch von mir oft wiederholte Beobachtung des plötzlichen theilweisen Zerfliefsens kleinerer Infusorien, während der Fortdauer ihrer lebendigen Bewegungen, in feine Körner, zu haben, und ich suchte Analogien bei den Schildläusen (*Coccus*), bei denen der Tod des Mutterthieres dem Auskriechen der Jungen vorausgeht, und bei den Bandwürmern (*Taenia*), deren hintere Körpertheile sich *nach*, zuweilen vielleicht schon *bei* dem Gebähren ab- und auflösen, während der Vordertheil weiter fortlebt. Endlich bestätigte und fand ich bei diesen kleineren Infusorien eine vierfache Fortpflanzungsweise, durch Eier,

Gemmen, Quertheilung und Längstheilung, während bei den Räderthieren nur Eier oder lebendige Junge aus Eiern geboren werden. Die kleinsten von mir beobachteten Monaden, welche noch deutlich innere Ernährungsorgane angefüllt zeigten, waren $\frac{1}{1000}$ einer Linie im Durchmesser grofs. Diese Messung ist mit einem Dollondschen Glas-Micrometer gemacht, welches $\frac{1}{10000}$ Zoll direct angiebt. Die Körnchen des Eierstocks der beobachteten gebärenden kleineren Infusorien verhielten sich in ihrer Gröfse zum Mutterthiere wie 40 zu 1, oder wie 80 zu 1. Die Eier der Räderthiere verhalten sich gewöhnlich wie 3 oder 4 zu 1. Auf solche Weise und nach den angezeigten Vorbereitungen wurde es mir möglich, die Lehre von den Infusionsthierchen mit einem Male weit vollständiger und richtiger festzustellen, als sie bisher vorhanden war, und die bei der Durchsichtigkeit dieser Körper so leicht anschaulichen Färbungen der Ernährungsorgane konnten leicht rasche Theilnahme an den gewonnenen Resultaten erwecken. Diese Darstellung der Infusorienwelt habe ich in einer academischen Abhandlung in Berlin vorgetragen, und von derselben sind im Jahre 1830 vorläufig 100 Exemplare meist durch den Buchhandel verbreitet worden. Die besonderen Abdrücke führen den besonderen Titel: *Organisation, Systematik und geographisches Verhältnifs der Infusionsthierchen*, von C. G. Ehrenberg. Berlin 1830. In dieser mit 8 Kupfertafeln versehenen Schrift in Folio theilte ich die sogenannten Infusionsthiere nach ihrem Organismus in zwei scharf geschiedene Thierklassen, deren eine sich durch Vielzahl der Magenzellen auszeichnet, die ich deshalb die der *Magenthierchen* oder *vielmagige Infusionsthiere* (*Polygastrica*) genannt habe, deren andere sich durch Räderorgane und einfachen Darm auszeichnet, welche ich daher als Klasse der *Räderthierchen* (*Rotatoria*) bezeichnet habe. Das dort mitgetheilte Gesammtresultat meiner Beobachtungen besteht in folgenden 15 Sätzen:

1)

1) Alle Infusorien sind organisirte und zum Theil, wahrscheinlich alle, hochorganisirte Thiere.

2) Die Infusorien bilden zwei ganz natürliche Thierklassen nach ihrer Structur, lassen sich nach der Structur wissenschaftlich abtheilen, und erlauben keine Vereinigung ihrer Formen mit gröſseren Thieren, so ähnlich sie auch oft erscheinen.

3) Die Existenz von Infusorien ist in 4 Welttheilen und im Meere nachgewiesen, und sie bilden die Hauptzahl, vielleicht die Hauptmasse, der thierisch belebten Organismen auf der Erde.

4) Einzelne Arten sind in den entferntesten Erdgegenden dieselben.

5) Die geographische Verbreitung der Infusorien auf der Erde folgt den schon bei andern Naturkörpern erkannten Gesetzen. Nach Süden hin giebt es in andern Weltgegenden stellvertretende abweichende Formen mehr, als nach Westen und Osten, aber sie fehlen nirgends, auch betrifft die climatische Verschiedenheit der Form nicht bloſs die gröſseren.

6) Das Salzwasser der sibirischen Steppenseen zeigt keine auffallend abweichenden eigenthümlichen Infusorienformen.

7) Das Meerwasser nährt andere und gröſsere Formen als das Fluſswasser, viele aber sind dieselben; bei keiner der bekannten übersteigt die Körpergröſse eine Linie.

8) Im Wasserdunst der Atmosphäre, der sich als Regen und Thau niederschlägt, beobachtete ich nie, auch wohl sonst nie jemand *mit Sicherheit* lebende Infusorien (einige neue Versuche hierüber sind von mir angeführt).

9) In den Tiefen der Erde, wo atmosphärische Luft, aber wohl kaum ein Minimum von reflectirtem Lichte Zutritt hat, finden sich Familien derselben Infusorien, wie auf der Oberfläche.

10) Die directen Beobachtungen für die Generatio

primitiva mangeln, wie es nun scheint, sämmtlich der nöthigen Schärfe. Dieselben Beobachter, welche das plötzliche Entstehen der kleinsten Organismen aus Urstoffen gesehen zu haben meinen, haben die sehr zusammengesetzte Structur dieser Organismen ganz übersehen. Ein arges Mifsverhältnifs ist hier nicht zu verkennen, und die Täuschung liegt am Tage. Das Mifsverhältnifs mag weniger der Uebereilung der Beobachter zur Last fallen, als der Unzulänglichkeit der benutzten Instrumente oder dem Mangel an Uebung in deren Gebrauch. Beobachtungen über das Entstehen krebsartiger Thiere und Insecten aus Urstoffen sind die Nachklänge einer veralteten Zeit, wo die Raupen aus den Blättern wuchsen.

11) Die Idee, als hinge der Mensch, wenn auch nur zum Theil, vom Willen ihn zusammensetzender Infusorien ab, wird durch die Beobachtung beseitigt, dafs die Infusorien sich ihre Nahrung suchen müssen, Eier legen und sich nie bleibend und wachsend verbinden. (Zwar vereinigen sie sich zuweilen zu Haufen, diese lösen sich aber wieder in Individuen auf.)

12) Die Entwickelung aller von mir hinlänglich beobachteten Infusorienformen ist cyclisch, ganz bestimmt, nur zuweilen sehr formenreich, daher täuschend, und verlangt eine genaue Betrachtung.

13) Die Resultate meiner Beobachtungen erinnern lebhaft an den alten physiologischen Satz: *Omne vivum ex ovo.* Nie sah ich nämlich, bei zwölfjähriger angestrengter Beobachtung, das plötzliche Entstehen eines ausgebildeten Infusoriums aus Schleim oder Pflanzenzellen, wohl aber unzählige Male das Gebären der Eier und das Ausschlüpfen der Jungen aus den gröfsern von diesen. Auf solche Erfahrungen gestützt, bin ich der Meinung, dafs diese Thiere durch Generatio primitiva nicht gebildet werden, sondern aus Eiern entstehen. Ob nun die frei herum liegenden Eier nur zum Theil das Product des Gebärens,

zum Theil aber das Product einer Generatio primitiva sind, ist noch nicht reif zur Entscheidung *).

14) Die activen Bewegungen und Contractionen bei Pflanzen und ihren Theilen, besonders bei Algen, sollten, wenn sie auch infusorielle oder thierische Bewegungen genannt würden, nicht die Idee von Thierheit erwecken. Innere Ernährungsorgane und nachzuweisende bestimmte Mundöffnung zur Aufnahme selbst fester Stoffe scheiden die scheinbar einfachsten Thiere von den Pflanzen. Nie, auf vielfache Versuche, habe ich einen beweglichen Algensamen die geringste feste Nahrung zu sich nehmen gesehen, und so unterscheidet sich die fruchtstreuende Alge von der sie umschwärmenden Monade, wie der Baum vom Vogel.

15) Endlich lenke ich darauf die Aufmerksamkeit, dafs die Erfahrung eine Unergründlichkeit der *organischen* Schöpfungen dem kleinsten Raume zugewendet zeigt, wie die Sternenwelt dem gröfsten, deren nicht naturgemäfse Grenzen die optischen Hülfsmittel ziehen. Bis an das Walten der Urstoffe mögen sich Hypothesen wagen, der Erfahrung kann es noch nicht vorliegen. Die Milchstrafse der kleinsten Organisation geht durch die Gattungen Monas, Vibrio, Bacterium, Bodo.

In einem neueren Vortrage vom Jahre 1831, welcher in wenigen Tagen gedruckt erscheinen wird, und wozu die Kupfertafeln schon vollendet bereit liegen, gebe

*) Dieser letztere Satz, des Restringirens der Generatio primitiva auf die Eibildung, scheint mir durch meine folgenden Beobachtungen der Entwickelung und überraschend grofsen Vermehrung der Infusorien eine Abänderung zu erleiden, indem es nun vielmehr wunderbar erscheint, warum man nicht weit mehr Infusorien-Eier im Wasser und überall findet, da zur Bildung einer unberechenbaren Zahl auf gewöhnlichem Wege Grund genug ist.

ich über denselben Gegenstand folgende hauptsächliche Zusätze aus meiner späteren Erfahrung:

Bisher hatte ich bei den Magenthierchen (*Polygastrica*) nur die Bewegungsorgane, Ernährungsorgane und den Eierstock beobachten können. Bei einer einzigen Gattung der ganzen Klasse hatte ich Spuren von Augenpunkten gefunden, nämlich bei der Gattung Euglena. Neuerlich habe ich dergleichen Augenpunkte in derselben Klasse häufiger gefunden, so dafs jetzt 7 augenführende Gattungen genannt werden können, welche 16 Arten umfassen. Unter diesen Formen befinden sich augenführende Monaden, welche $\frac{1}{192}$ einer Linie im Durchmesser grofs sind. Somit sind auch die Spuren eines isolirten Nervensystems bis zu den Monaden nachgewiesen.

Ferner habe ich den ersten Versuch gewagt, die beiden Klassen der Infusorien nach ihren inneren Organen weiter abzutheilen. Das Ernährungssystem giebt in jeder der beiden Klassen nur 4 Verschiedenheiten. Die Polygastrica zerfallen danach in Anentera (darmlose), Cyclocoela (kreisdarmige), Orthocoela (geraddarmige) und Campylocoela (krummdarmige). Die Räderthiere zerfallen in Trachelogastrica (langschlundige ohne Magen), Coelogastrica (langdarmige ohne Magen mit kurzem Schlunde), Gasterodela (magenführende), Trachelocystica (blasenführende). Der Darm der letztern ist sehr eigenthümlich.

Die Räderthierchen allein haben sich, den fortgesetzten Beobachtungen zufolge, nach ihren Kauorganen so eintheilen lassen, dafs sie zuerst in 3 Gruppen zerfallen: Agomphia (zahnlose), deren giebt es nur sehr wenige, Gymnogomphia (freizahnige), diese bilden die überwiegende Mehrheit, Desmogomphia (Haftzahnige). Die mit freien Zähnen zerfallen in 2 grofse natürliche gleiche Abtheilungen, nämlich in Monogomphia (einzahnige) mit einem Zahne in jedem Kiefer, und in Polygomphia (vielzahnige). Die Haftzahnigen (*Desmogomphia*), deren Zähne nicht frei, sondern auf einer Knorpelplatte angeheftet sind,

zerfallen ebenfalls in 2 natürliche Abtheilungen, nämlich in Zygogomphia mit paarweisen Zähnen, und in Lochogomphia mit reihenweisen Zähnen; so dafs folgendes Schema entsteht:

Agomphia.	Gymnogomphia.		Desmogomphia.	
	Monogomphia.	Polygomphia.	Zygogomphia.	Lochogomphia.
I.	II.	III.	IV.	V.

Ueber die Anwendbarkeit dieser organischen Verschiedenheiten für die Systematik habe ich mich dort erklärt.

Endlich habe ich in derselben Mittheilung meine Beobachtungen über die Entwickelung und Vermehrung der Individuen bei den Infusorien, besonders in Rücksicht auf die Zeit, niedergelegt. Das Resultat dieser sehr angestrengten Beobachtungen halte ich für eins der einflufsreichsten aus der ganzen Reihe dieser Mittheilungen. Ein einzelnes Individuum von *Hydotina senta*, eines von mir in der ersten Abhandlung sehr umständlich beschriebenen und abgebildeten Räderthierchens, habe ich 18 Tage lang einzeln beobachtet, und da es schon erwachsen war, als ich es isolirte, und da es nicht vor Alter starb, sondern zufällig umkam, so ist die Lebensdauer über 20 Tage festzusetzen. Ein solches Individuum aber ist in je 24 bis 30 Stunden, wenn die Umstände ganz günstig sind, einer *4fachen* Vermehrung fähig. Es kann in jener Zeit 4 Eier, von der ersten Eierstocksthätigkeit an, bis zum Auskriechen der Jungen, entwickeln. Diese 4fache Vermehrung in der Zeit eines Tages giebt aber, wenn kein Hindernifs eintritt, und das einzelne Thierchen in 10 Tagen 40 Eier legt, in der 10ten Potenz (also am 10ten Tage) eine Million Individuen von *einer* Mutter, und am 11ten Tage 4, am 12ten 16 Millionen u. s. w. Obwohl diese Productivität der Räderthierchen die gröfste ist, welche in der Natur bisher beobachtet wurde, und die der Insecten bei Weitem übertrifft, so erreicht sie noch bei Weitem nicht die der polygastrischen Infusorien. An *Paramaecium Aurelia*, welches $\frac{1}{12}$ Linie grofs und ebenfalls in mehrere

Tage langer Lebensdauer von mir mit Sicherheit beobachtet worden ist, habe ich durch einfache Queertheilung binnen 24 Stunden die *Verachtfachung eines* Individuums beobachtet, was also die Möglichkeit des Doppelten jener Vermehrung geben würde. Da aber diese Thiere aufser der Theilung auch sich durch Eier vermehren, und diese Eier nicht einzeln, sondern massenweise ausgeschieden werden, da sie ferner nebenbei Gemmen bilden, so ergiebt sich hieraus eine mögliche, so ungeheure Vermehrung einzelner Individuen binnen 48 Stunden, dafs das Zählen aufhören und man von Zahllosem sprechen kann *). Wer kann sich aber unter solchen Umständen noch wundern, wenn Flüssigkeiten binnen doppelter oder dreifacher Tagesfrist von dergleichen Thierchen wimmeln? Wird man sich nicht vielmehr wundern müssen, dafs es oft nicht geschieht? Einer Generatio aequivoca bedarf es zur Erklärung solcher Erscheinungen nun nicht mehr, sie gehören unter die durch Erfahrung und Beobachtung erreichbaren, und wo etwas Wunderbares in dieser Art angeregt wird, mufs der Beobachter sich sehr vorsehen, dafs die Schuld der Oberflächlichkeit sich von ihm wende. Wenn ich daher in meinem ersten academischen Vortrage die Generatio aequivoca der Infusorien nur noch auf die Eier derselben anwendbar zu halten nachgegeben, so scheint mir jetzt durch die gewonnenen Entwickelungs- und Vermehrungsbeobachtungen der Individuen die Nothwendigkeit einer solchen Hypothese und selbst ihre Wahrscheinlichkeit wegzufallen. Ich glaube vielmehr allerdings, dafs die Generatio primitiva *als fortdauernder Erfahrungs-*

*) Diese schnelle und grofse Vermehrungsfähigkeit der Infusorien dürfte wohl auch in so fern für analysirende Chemiker der Berücksichtigung bedürfen, als sie bei organischen Substanzen, z. B. einigen Farbestoffen, leicht in der kürzesten Zeit von Einflufs werden können. Siedehitze oder Zusatz von etwas Alkohol schlagen die Infusorien sogleich nieder, und dann erst können sie durch Filtriren mit einiger Sicherheit als Schleim entfernt werden. Rasches Operiren ist Gewinn.

gegenstand dem Todeskampfe unterlegen habe. Es kann hierauf nicht meine Absicht noch meine Aufgabe seyn, alle dahin einschlagenden räthselhaften Dinge, deren es freilich noch genug und bedeutende, besonders in Rücksicht auf Geologie, giebt, aufzulösen, indem diese meist subjectiv, seltner objectiv sind, allein ich will hiermit auf die Beachtung *des unendlich Kleinen* als eines Hauptsatzes für alle Zweige der Naturwissenschaften hinleiten, von dem ich vielleicht später auch meine specielleren Ansichten entwickeln kann.

II. Beitrag zur Critik der Atome und Molecülen als Erfahrungsgegenstände.

Die Atomistiker haben in der neuesten Zeit theils durch die sinnreichen Theorien zur Erklärung der Lichterscheinung, theils durch die ebenso sinn- und fruchtreichen Atomenrechnungen der Proportionslehre in der Chemie ein nicht zu verkennendes practisches Uebergewicht über die mehr bei sich selbst eine größere Befriedigung und Belohnung findenden Dynamiker erhalten, und so ist es gekommen, daſs man in der Lehre von den kleinsten Theilen der Körper ziemlich kühn geworden ist. Man hat sich nicht begnügt, die Atomen als ideale Einheiten oder als unendlich kleine Gröſsen zu betrachten, sondern versucht, für die einzelnen oder für gewisse kleinste Gruppen derselben einen Ausdruck einer naheliegenden Endlichkeit, und deren Gröſse geradehin festzustellen und durch Zahlen zu bezeichnen. Ja es scheint wenig zu fehlen, daſs nicht in unseren Tagen kühne theoretisirende Practiker verführt werden möchten, die materiellen Grundtheile der Körper ernstlich ergreifen, festhalten und mit ihnen bis zu dem Organischen hinauf bauen und scherzen zu wollen.

Newton schon hat die Elementartheile der Farben an den Körpern ziemlich groſs und sinnlich annehmen zu

können geglaubt. Er sagt: »könnte man die Microscope so verstärken, dafs sie die Gegenstände auf einem Fufs Entfernung mit Deutlichkeit 500- oder 600mal gröfser zeigten, als wir sie mit blofsen Augen sehen, so möchte ich glauben, dafs wir einige der gröbsten Elementartheile, welche die Farben bilden, erkennen würden. Ja mit einem Microscope, welches 3000- bis 4000mal vergröfsert, würden wir vielleicht alle entdecken können, bis auf die, welche die schwarze Farbe bilden.« Nehmen wir auch an, dafs Newton die natürliche Gesichtsschärfe des menschlichen Auges richtig beurtheilt habe, so würden seine Elementartheilchen, wie aus meinen folgenden Mittheilungen hervorgeht, doch für die rothe Farbe nicht unter $\frac{1}{36000}$ einer Linie im Durchmesser betragen, und zwischen dieser Gröfse und der von $\frac{1}{144000}$ würden sich alle Farbenelemente bis auf die schwarzen finden. Es ist aber wahrscheinlich, dafs Newton sich die Gesichtsstärke des Auges weniger scharf und daher jene Elementartheilchen noch ansehnlich gröfser vorstellte. Hierbei darf jedoch, wie schon Herschel in der Optik bemerkt, nicht übersehen werden, dafs Newton die Farbenelemente wohl von den Atomen unterschied, wie es die späteren Physiker gethan haben, obschon er es nicht ausdrücklich sagt. In jener Stelle spricht Newton nicht von Atomen, sondern von färbenden Partikeln. *Traité d'Optique* (1704) *Liv. II. Part III. Edit. francaise* 1720, *pag.* 357.

Die kleinen Gröfsen, deren man sich zur Erklärung der Lichterscheinungen in der Undulationstheorie bedient, geben eine grofse Bestimmtheit in der Rechnung, können aber doch nur als hypothetische, nicht als wirklich erwiesene Gröfsen angesehen werden, da die ganze Theorie, wenn sie auch grofse Wahrscheinlichkeit für sich hat, erst der vollendeten Bestätigung bedarf. Die kleinsten dabei durch scharfe Rechnung nachzuweisenden Längen einer Lichtwelle betragen etwas mehr als $\frac{1}{100000}$ eines Zolles oder etwa $\frac{1}{8000}$ einer Linie. Da nun die Aethertheilchen wenigstens bedeutend kleiner seyn müssen als

ihre Wellenbewegungen, so liegt in jener Zahl eine zwar willkührliche, aber doch ausgesprochene Grenze für das Maximum derselben, die einen Ausdruck für ihre Kleinheit giebt. Wollte man dazu aus der Gewichtslosigkeit sehr großer condensirter Licht- und mithin Aethermassen auf die Kleinheit der Elementarkörperchen als wägbare Gegenstände schliessen, so würde man die Grenze jenes Maximi noch bedeutend weiter hinausschieben können. Dieß alles sind jedoch, selbst wenn sie sich in Zahlen bestimmt aussprechen ließen, hypothetische Größen.

Die farbigen Erscheinungen zwischen Gläsern, die sich fast berühren, erlauben ebenfalls einen Schluß auf die Größe der sogenannten Elementartheile der Farben. Den kleinsten Zwischenraum, welchen die weiße Farbe giebt, hat schon Newton auf $\frac{1}{178000}$ eines Zolles festgesetzt, was etwas mehr als $\frac{1}{14000}$ einer Linie ist, und Hauy hat durch die verschiedene Lichtbrechung des Glimmers berechnet, daß ein Glimmerblättchen, welches dieselbe Wirkung wie jene Luftschicht giebt, $\frac{1}{400000}$ eines Millimeters oder $\frac{1}{900000}$ einer Linie stark seyn müsse.

Bei den unorganischen festen Körpern sowohl, als den organischen, stellten Robert Browns microscopische Messungen von den Jahren 1827 und 1829 die Größe der kleinsten zu beobachtenden Theilchen, die er in selbstthätiger Bewegung und von rundlicher Form sah, auf $\frac{1}{20000}$ bis $\frac{1}{30000}$ Zoll oder $\frac{1}{2000}$ bis $\frac{1}{2500}$ Linie im Durchmesser fest. *Brief account of microscopicalobservations by R. Brown* 1828 und *Additional remarks on active molecules by R. Brown* 1829 *pag.* 3 *).

J. F. W. Herschel sagt in seiner Optik 1829 (deutsche Uebersetzung pag. 680), daß er Körper durch ein Amicisches Microscop unter 3000maliger Vergrößerung des Durchmessers gesehen, wobei doch aber noch gar nicht daran zu denken gewesen, daß der Gegenstand sich seiner Auflösung in Atome nur nähere.

Sehr ansehnliche Größen hat jedoch den organischen

*) Auch dies. Ann. Bd. XIV. (90) p. 294.

Elementartheilen Herr Dumas, der Chemiker, zugetheilt. Aus eigenen Beobachtungen lehrte derselbe im Jahre 1825, dafs man die Elementarkügelchen todter organischer Massen mit Hülfe guter Microscope sehen und zählen könne, dafs sie durch einfache Verbindung und durch Vermehrung der Masse mit wachsender Zahl immer gröfsere und mehr organisirte lebendige Körper bilden, deren erste Formen die Infusorien wären, und die ein electrischer Schlag wieder in die Elementartheile aufzulösen vermöge, wobei sie die Form einer Himbeere annähmen (*un aspect framboisé*). *Diction. class. d'hist. natur. Article Generation, p.* 195. Einer der Herausgeber der *Annales des sciences naturelles*, welcher sich nicht nennt, setzt daselbst, *T. V, pag.* 80, 1825, die Gröfse der Elementartheilchen aller organischen Substanzen auf $\frac{1}{300}$ Millimeter = $\frac{1}{676}$ Linie Durchmesser fest. An eben dem Ort, pag. 81, glaubt der Verfasser, dafs es nach dem jetzigen Stande der Chemie möglich sey, auf synthetischem Wege eine künstliche organische Materie darzustellen, und sagt: »Erhielte man auf diese Weise Infusionsthierchen, so wäre die Bonnetsche Erzeugungstheorie damit umgestofsen.«

Eine bestimmte chemisch-microscopische Erklärung erschien auch von Herrn Koelle in Kastner's Archiv f. Naturlehre XII, p. 348, 1827. Er sagt: Zymom besteht aus microscopischen Kügelchen, und bildet mit Glyadin den Kleber (pag. 350). Zymom ist der Stoff, aus dem, durch Zusammentreffen geeigneter Umstände, die niedrigsten Gebilde des organischen Lebens entstehen (pag. 352). Milch- und Blutkügelchen sind Zymom; Gallerte, Käsestoff, Stärke, Zucker u. s. w. enthalten Zymom (pag. 350). Kieselerde nimmt zuerst vegetabilische Bildung an, und aus dem dadurch herangebildeten Zymom entsteht dann weiter das thierische Leben (pag. 358). Der Pflanzenstoff kann unmittelbar in ein Infusorium verwandelt werden (pag. 360). Aus Zymom können bei zusammentreffenden günstigen Umständen verschiedene Arten der

Infusorien, diese oder jene Bildung hervorgehen (p. 359). Das erste Infusorium, das niedrigste thierische Geschöpf, ist ein belebtes Zymomkügelchen (pag. 358). Zymom ist in gewisser Beziehung ein Ei (pag. 360). Eidotter besteht einzig aus Zymom mit Schleim verbunden (p. 357). Diefs ist keine Hypothese, sondern Thatsache (p. 361).

Dafs der Anfang vieler Organismen eine Wirkung der Fäulnifs oder Gährung und also ein rein chemischer Procefs sey, ist eine uralte Meinung, und es konnte nicht fehlen, dafs sie nicht verfeinert wiederkehrte. Herr Gruithuisen hat im 8ten Bande von Gehlens Journal der Physik 1809, pag. 519, die Bildung der kleinsten Organismen als einen besondern Act der Gährung bezeichnet, und nennt, neben der weinigten und Essiggährung, die *Infusionsgährung*, welche Organismen bilde. In frühen Zeit mochte man sich die Autochthonen so entstanden denken, später wurden meist nur die Insecten und das Unkraut der Gährung überlassen; seit man aber deren Lebensweise und Fortpflanzung besser beobachtet hat, findet man diese Entstehung auch bei den Insecten und gröfsern Pflanzen weder mehr nöthig noch zulässig. So ist denn die Gährung auf die schwieriger zu beobachtenden Infusorien und Pilze gekommen, von denen wir sie aber, den mitgetheilten Beobachtungen zufolge, ebenso zurückweisen müssen.

Herr Berzelius, welcher in seinem classischen Lehrbuch der Chemie sich über denselben Gegenstand auszusprechen hatte, aber keine eigenen Beobachtungen darüber mittheilt, hält sich daselbst an die von andern Beobachtern angegebenen Thatsachen, dafs todte organische Materie mit Wasser übergossen, Infusorien erzeuge, und findet Professor Hornschuchs Idee nicht unwahrscheinlich, dafs die *prima germina rerum*, wofür dieser die Infusorien ansieht, durch verschiedene äufsere Einflüsse sich in sehr verschiedenartige andere Körper ausbilden könnten. Andrerseits ist er Dumas und Milne Edwards

Darstellungen in der Lehre von den organischen Atomen gefolgt, und die durch seine chemische Proportionenlehre so nützlich und glänzend einflufsreich gewordenen anorganischen Atome sind, je nach der Fähigkeit des Auffassenden zum Abstrahiren, mehr oder weniger ideale Einheiten, deren Anwendung in der Theorie noch eine lange Zeit hindurch von dem entschiedensten Werthe für die practische Entwickelung der Chemie zu seyn scheint. Thierchemie, übers. von Wöhler pag. 6, und Chemie III. Bd. pag. 31 und 179.

Ganz neuerlich hat der bekannte Physiker Herr Munke in Heidelberg einige nach Art der älteren, freilich nicht tief eingehende Untersuchungen über das Verhalten der organischen Körper in Infusionen mit einem Plöfselschen Microscop selbst angestellt, wodurch er zu dem Resultate gekommen zu seyn glaubt, dafs ein Uebergang der organischen Materie vom Pflanzenleben zum Thierleben, und umgekehrt statt finde. Isis 1831, p. 1083.

Die in den Handbüchern der Physik endlich angeführten Beispiele der grofsen Theilbarkeit und Dehnbarkeit verschiedener Körper sind meist nur scheinbar kleine Gröfsen. Ein Goldschlägerblättchen hat etwa $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{2000}$ Linie Dicke, so dünne es auch erscheint.

Hiermit habe ich keine Zusammenstellung der Meinungen der Chemiker und Physiker über die Atome geben, sondern nur einige derselben und die mir bekannten und bestimmtesten Angaben von direct beobachteten und berechneten Gröfsen der kleinsten Körpertheile in das Gedächtnifs rufen wollen, um daran die Resultate der neueren Beobachtungen zu knüpfen, welche ich mittheile und einen Maafsstab für dieselben darzureichen. Die neuesten theoretischen Angaben geben für die endlichen letzten Theilchen der Körper keine allzu grofse Kleinheit an, und R. Browns directe microscopische Beobachtungen nähern sich jenen Angaben schon sehr.

Die herrschende Meinung, dafs man Infusionsthier-

chen oder Schimmel machen könne, wenn man nur Wasser auf todte organische Substanzen giefse, mufs ich zuerst als durch die ganze lange Reihe meiner Beobachtungen vollständig widerlegt erklären. Die Erscheinung ist sehr täuschend, das mufs man zugeben; aber betrachtet man genau, so zeigen sich bald diese, bald jene Infusorienformen bei der gleichartigsten Behandlung, und ich habe es nie in meiner Gewalt gehabt, bestimmte Formen durch bestimmte Infusionen zu erlangen, obwohl diefs in allen Handbüchern feststeht, und allen früheren Beobachtern gelungen ist. Vielmehr giebt es, meinen Resultaten zufolge, gewisse, aber doch nur eine kleine Anzahl am meisten verbreiteter und also gemeinster Formen, deren Eier oder Individuen in allen Flüssigkeiten, selbst in einigen, vielleicht aber nur in schadhaften Pflanzentheilen einzeln vorhanden seyn mögen, und von denen sich denn bald die einen, bald die andern, je nachdem Eier oder einzelne Individuen davon im Wasser waren oder hineingebracht wurden, stark vermehren. Auch Herr Blainville spricht sich im *Dict. des sc. naturelles Art. Zoophytes* gegen die Generatio aequivoca bei Infusionen mit Erfahrung aus. Oft genug habe ich mir umsonst Mühe gegeben, in kleineren Wasserbehältern (Gläsern) irgend eine Art von organischen Körpern durch eigene Entwickelung zu erziehen, obwohl das gleiche Wasser in andern daneben stehenden sich bald damit erfüllte. Aufser dem Erkennen dieses Irrthums der Infusionsgährung, welche sowohl als Factum sich als solcher ergiebt, als auch durch die beobachtete Entwickelung der Formen erkannt wird, haben meine Beobachtungen, rücksichtlich der kleinsten organischen Theile, mich folgende kleinste Gröfsen als wirklich existirend und mit den Sinnen wahrnehmbar erkennen lassen.

Mit einer optischen Vergröfserung von nahe an 800-mal im Durchmesser liefsen sich mir zoologische Monaden oder thierische Organismen deutlich unterscheiden,

welche auf die oben angezeigte Weise mit gefärbten Nahrungsstoffen innerlich erfüllt waren und willkührliche Bewegung hatten, aber deren ganzer und gröfster Durchmesser des Körpers nur $\frac{1}{1500}$ bis $\frac{1}{2000}$ einer pariser Linie war *). Diese kleinste Thierform habe ich mit dem Namen *Monas Termo* bezeichnet und mit ihr das gleichnamige Wesen, welches Otto Fr. Müller unter den Infusorien verzeichnet erklärt. Bei den gröfseren Individuen dieser Thierform liefsen sich bis 6, bei den kleinsten bis 4 durch Indigo blau gefärbte innere Behälter oder Magen erkennen, und dieselben nahmen zuweilen noch nicht die Hälfte des ganzen Raumes im Thierchen ein. Ein solcher Magen der Monas Termo ist daher, wenn das Thierchen nur $\frac{1}{1500}$ einer Linie grofs ist, und man nur 4 Magen, die die Hälfte desselben erfüllen, also nicht das Kleinste, berücksichtigt, $\frac{1}{12000}$ einer Linie grofs, mithin schon 5mal kleiner als die kleinsten der von Hrn. R. Brown beobachteten Molecülen. Am Vordertheil dieser Thierchen sieht man, wie bei allen Monaden, ein gewaltsames Abstofsen noch kleinerer Körperchen, als sie selbst sind, sobald diese in die Nähe kommen, daher haben jene wahrscheinlich einen Kranz von 10—20 Wimpern um die vordere Mundöffnung, wie *Monas Pulvisculus* und besonders die übrigen noch etwas gröfsern Monaden. Ferner, giebt man den einzelnen Farbetheilchen, womit sich die Magen allmälig füllen, auch keine grofse Zahl, so ist es doch aller Wahrscheinlichkeit zuwider, dafs nicht jedes sich durch eine Mehrzahl von Farbetheilchen fülle. Ist aber jeder Magen nur durch 3 Farben-Atome oder Farbenpartikelchen gefüllt, welche, der beim Wälzen sichtbaren Rundung wegen, wenigstens anzunehmen seyn werden, so giebt das schon einen Beweis für die Existenz von materiellen, frei im Wasser schwimmenden Farbetheilchen der rothen und dunkelblauen Farbe, die $\frac{1}{36000}$

*) Dafs mein Micrometer ein Glasmicrometer ist und $\frac{1}{10000}$ Zoll direct mifst, habe ich bereits oben erwähnt.

einer Linie, oder $\frac{1}{432000}$ eines Zolles im Durchmesser haben, und berechnet man dieselben Gegenstände nach dem kleinsten von mir wirklich beobachteten Thierchen, die $\frac{1}{2000}$ Linie grofs waren, und zuweilen auch 4 Farbepünktchen im Hintertheile des Körpers enthielten, so betragen jene letzten Theilchen, welche durch das Auge bei einer Vergröfserung von 800mal zwar nicht mehr einzeln unterschieden, aber als körperlich erkannt werden; $\frac{1}{48000}$ einer Linie, oder $\frac{1}{576000}$ eines Zolles, was die R. Brownschen Molecülen beinahe 20mal an Kleinheit übersteigt. Die oben genannten durchsichtigen, unsichtbaren, aber an ihrer Wirkung wahrnehmbaren Wimpern um den Mund derselben Monaden mögen wohl auch von einer Feinheit seyn, welche der letzt erwähnten nahe kommt, denn wären sie nicht feiner als $\frac{1}{38400}$ einer Linie oder das Multiplum von 48 mit meiner Vergröfserung 800, so wäre, aufser der Durchsichtigkeit, kein optischer Grund, warum ich sie bei jener Vergröfserung nicht sehen könnte, wie aus dem folgenden Abschnitt erhellen wird. Ich will noch auf die Feinheit anderer Theile dieser *lebenden, organischen* Wesen aufmerksam machen. Die kleinen Monaden-Magen erscheinen isolirt im Körper und scharf umgrenzt. Bei gröfseren Infusorien, die $\frac{1}{48}$ einer Linie im Durchmesser und darüber haben, erkennt man diese inneren Behälter als deutliche häutige Blasen, welche beim Zerdrücken oder Zerfliefsen des Thieres oft isolirt zum Vorschein kommen, die man sogar für besondere Infusionsthiere, innere Monaden, gehalten hat. Bei der gleichen Erscheinung der aufgenommenen Nahrungsstoffe der kleinsten Monaden haben wir keinen Grund, eine andere Einrichtung der Ernährungsorgane anzunehmen, mithin sind die scharf begrenzten Farbe-Punkte im Innern des Monaden-Körpers als kleine gefüllte häutige Blasen oder Magen anzusehen. Nun ist aber bei den gröfsten gleichgebildeten Infusorien, wenn zwei solcher Magen einander berühren, zu erkennen, dafs

die Dicke der Magenwand gegen den Durchmesser des Magens ganz aufserordentlich gering ist, dafs die erstere selten bemerkbar ist, und dafs die Haut fast nur eine mathematische Kugelfläche um den Inhalt bildet. Kaum wird man daher ein gröfseres Verhältnifs, wie das von 20 zu 1, bei den kleinsten annehmen können. Nimmt man aber auch die Dicke der Magenwand nur als $\frac{1}{10}$ des Durchmessers vom Magen an, so beträgt dieselbe bei den $\frac{1}{2000}$ Linie grofsen Individuen der Monas Termo, wo die Magen als $\frac{1}{8}$ der ganzen Körperlänge mefsbar erscheinen, also $\frac{1}{16000}$ einer Linie im Durchmesser führen, $\frac{1}{160000}$ einer Linie oder $\frac{1}{1,920000}$ eines Zolles; und da wir Gründe haben, in diesen Magenwänden Gefäfse zu suchen, so ergiebt sich eine Ferne der organischen Atome, die ich, weil sie rein hypothetisch wird, übergehe, und der künftigen directen Forschung überweisen mufs. Mit noch stärkeren Gründen lassen sich viel kleinere andere Gröfsen wahrscheinlich machen. Meinen, vorn bereits mitgetheilten Beobachtungen zufolge, giebt es im Körper der vielmagigen Infusionsthiere ein feinkörniges, durch die Eindrücke der vielen kleinen Magen scheinbar oder wirklich netzförmiges Wesen, welches den Darmkanal und ganzen Verdauungsapparat umhüllt, und theils beim Zerfliefsen einzelner Formen, theils bei andern durch den After ohne Nachtheil für die Fortdauer ihres Lebens ausgeschieden wird. Diese wahrnehmbare Substanz habe ich für den Eierstock gehalten. Die Körnchen dieses Eierstocks verhalten sich bei *Kolpoda Cucullus* zum Mutterthier wie 40 zu 1, bei andern wie 80 zu 1, und sie scheinen mit der abnehmenden Körpergröfse, weil sie dann nicht mehr an sich sichtbar sind, an Feinheit zuzunehmen. Ist es nun wahrscheinlich, dafs nur die Durchsichtigkeit und unzureichende Kraft der Microscope uns verhindert, einen ähnlichen Eierstock bei den sonst so ähnlich organisirten Monaden direct aufzufinden, so darf man nicht übersehen, dafs es junge, noch im Ei eingeschlossene oder eben

dem

dem Ei entschlüpfte Monaden geben mag, die im Durchmesser ihres ganzen Körpers nur $\frac{1}{6000}$ bis $\frac{1}{8000}$ einer Linie haben, und auch Magen besitzen, welche dann im gleichen Verhältnifs $\frac{1}{48000}$ bis $\frac{1}{64000}$ einer Linie im Durchmesser hielten. Die Wände dieser Monaden-Magen werden aber nur $\frac{1}{4,800000}$ bis $\frac{1}{6,400000}$ einer pariser Linie im Durchmesser haben u. s. w. Ferner habe ich Augenrudimente gesehen bei Monaden, denen ich den Namen Microglena monadina gegeben, und welche $\frac{1}{192}$ einer Linie im Durchmesser haben. Diese oft brennendrothen Augenpunkte erscheinen bei gröfseren Infusorien als ein feinkörniges rothes Pigment, dessen Körnchen aber vielleicht erst von viel feineren Pigmentkörnchen eingehüllte kleine Linsen sind u. s. w., und wenn ich auch weniger die Feinheit dieser Theile besonders hervorheben will, so ergiebt doch die Existenz von Augen, man mag sie für noch so rudimentarisch halten, eine Möglichkeit, dafs auch bei den kleinsten dergleichen vorhanden seyn können, und hilft auf nicht so nahe Endlichkeit der organischen Molecülen mit hinleiten, ja dürfte sogar einen nützlichen Wink für die Betrachtungen über die Elemente der Farben *) und die Theorie des Lichtes geben.

Ich darf endlich eine directe Beobachtung nicht verschweigen, welche mich darin bestärkt hat, dafs die

*) Rücksichtlich der Farbenerscheinungen bei starken achromatischen Vergröfserungen will ich doch beiläufig erwähnen, dafs ich bei einigen sehr kleinen, schöngrün gefärbten, kugelförmigen Infusorien von $\frac{1}{125}$ — $\frac{1}{200}$ Linie Gröfse, namentlich auch bei Microglena volvocina immer bei 400 und 800 Vergröfserung einen brennendrothen Ring um das Thierchen sehe. Dieser Ring ist ganz offenbar ein Spectrum opticum, aber wie zu erklären? Vielleicht ist das Thierchen sehr dicht und fein behaart, und vielleicht bewirkt diese Behaarung durch Lichtbrechung oder Schillern jene nur in der Peripherie sichtbare Erscheinung. Andere ähnliche, ebenfalls schön grüne Thierchen zeigen nie einen rothen Ring. Uebrigens ist dieses Roth ganz dem gelblichen schönen Roth ähnlich, welches das Pigment der Augen bei Räderthieren und Magenthieren zeigt.

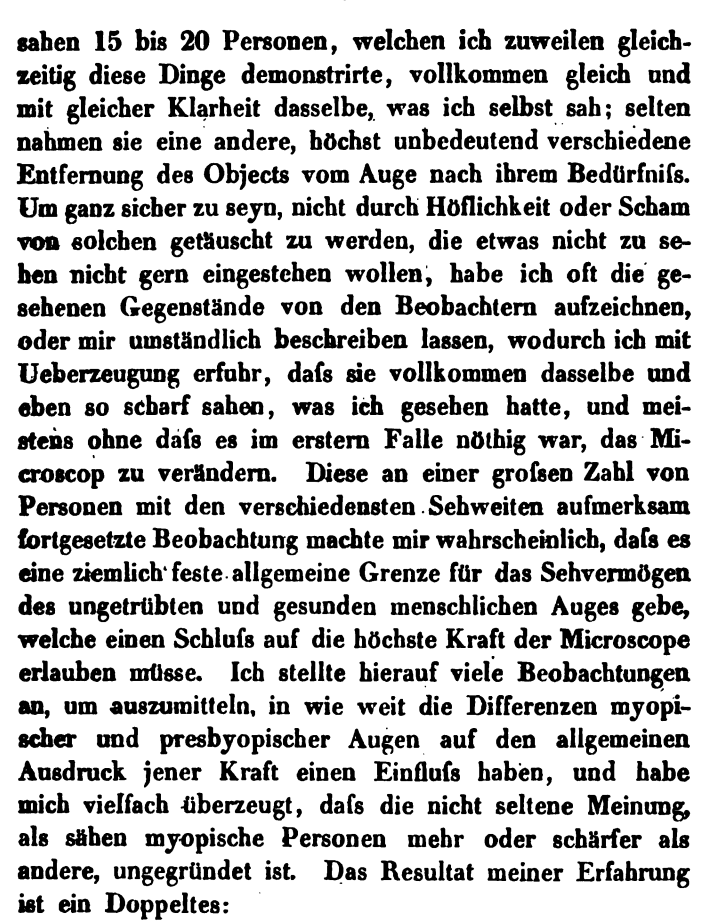
kleinen, organischen, scheinbar hypothetischen Gröfsen grofse Berücksichtigung wirklich verlangen. Durch die Güte des Herrn Professors **Enslen**, welcher in Berlin an den Zelten eine eigene Einrichtung zur öffentlichen Benutzung eines Sonnenmicroscops besitzt, habe ich mit demselben mehrere Beobachtungen angestellt. Bei Betrachtung von stark mit Indigo angefüllten *Monas atomus* erkannte ich zwischen denselbēn herumirrende Schatten kleiner Monaden, welche $\frac{1}{2000}$ einer Linie bei weitem nicht erreichen konnten, und die ich mit der stärksten Vergröfserung des Chevallierschen Microscops in demselben Wasser gar nicht unterschied, wobei wohl ihre Durchsichtigkeit einen Grund mit abgeben mochte. Mögen diese Thierchen nun Brut der *Monas atomus* oder selbstständige Arten noch unerkannter Infusorien seyn, so folgt doch aus der Beobachtung, dafs $\frac{1}{2000}$ einer Linie nicht die Grenze der organischen Wesen für die Beobachtung ist. Defshalb nannte ich auch schon jene in thierischen Aufgüssen sich leichter vermehrende kleinste Monade, welche der *Monas Termo* gleicht, pag. 94 meiner Abhandlung von 1830, *Dämmerungs-Monade*, weil von hier aus sich durch verstärkte Sehkraft leicht ein neues Organismensystem eröffnen kann.

Diese Berechnungen möge man nicht verwerfen, weil sie spielend erscheinen; sie haben in sich den Ernst, dafs sie auf Naturanschauung gegründet sind, nicht aber einer grundlosen Speculation angehören. Sie zeigen offenbar eine Unergründlichkeit des organischen Lebens in der Richtung des scheinbar kleinsten Raumes, und wäre das Wort Unendlichkeit zu viel für die bisherigen Erfahrungen, so möge das von mir absichtlich gebrauchte Wort Unergründlichkeit, den Vorwurf der Uebertreibung von mir wenden und den Gesichtspunkt begründen, welchen die physikalischen, chemischen und physiologischen Forschungen unserer Zeit, sollen sie mit neuer Kraft fruchtbar werden, zu nehmen, und welche Abwege sie zu vermeiden haben.

III. Versuche, die Sehkraft des Auges und die letzte Kraft der Microscope zu beurtheilen.

An die vorgetragenen Mittheilungen schliefse ich zur Erläuterung und Bekräftigung derselben einige Betrachtungen über die Kraft des menschlichen Auges und über das Vertrauen und die Hoffnungen, welche wir auf microscopische Beobachtungen und optische Instrumente gründen dürfen. Noch hat sich, so viel mir bekannt ist, immer kein festes Maafs für die letzte mögliche Kraft der Microscope feststellen lassen. Herr Amici hat in einem Briefe an Herrn Baron von Zach im Jahr 1824 (*Ferussac. Bullet. des sc. mathem., pag.* 221) die Sehgrenze nach der Kraft des Auges berechnet und angegeben, dafs ein Zwischenraum von $\frac{1}{12}$ Zoll in 28 Fufs Entfernung für das blofse Auge unsichtbar werde. Neuerlich sind die Gesichtswinkel für die verschiedenen Farben von Herrn Plateau berechnet worden, aber ein auf Microscope Bezug habendes Resultat aus dergleichen Beobachtungen ist mir nicht bekannt. Ich will versuchen, meine auf anderem Wege gemachten Erfahrungen über die Sehgrenze durch Microscope ohne alle Ansprüche darzulegen, und es würde mich sehr erfreuen, wenn sie einen nicht ganz nutzlosen Beitrag für diesen Theil des Wissens lieferten.

Bei der vielfachen Gelegenheit, welche ich hatte, wifsbegierige Leute zu beobachten, denen es angenehm war, die wunderbare Structur der Infusorien durch eigene Betrachtung bei mir kennen zu lernen, fand ich zu meiner Verwunderung die Verschiedenheit der Sehkraft der einzelnen bei Weitem übereinstimmender, als ich es erwartete und als man gemeiniglich ausspricht. Hatte ich einmal den so zarten Gegenstand in den richtigen Sehpunkt des Instruments eingestellt, oder hatte ich die blofsen Augen auf ein sehr kleines Object aufmerksam gemacht, so



sahen 15 bis 20 Personen, welchen ich zuweilen gleichzeitig diese Dinge demonstrirte, vollkommen gleich und mit gleicher Klarheit dasselbe, was ich selbst sah; selten nahmen sie eine andere, höchst unbedeutend verschiedene Entfernung des Objects vom Auge nach ihrem Bedürfnifs. Um ganz sicher zu seyn, nicht durch Höflichkeit oder Scham von solchen getäuscht zu werden, die etwas nicht zu sehen nicht gern eingestehen wollen, habe ich oft die gesehenen Gegenstände von den Beobachtern aufzeichnen, oder mir umständlich beschreiben lassen, wodurch ich mit Ueberzeugung erfuhr, dafs sie vollkommen dasselbe und eben so scharf sahen, was ich gesehen hatte, und meistens ohne dafs es im erstern Falle nöthig war, das Microscop zu verändern. Diese an einer grofsen Zahl von Personen mit den verschiedensten Sehweiten aufmerksam fortgesetzte Beobachtung machte mir wahrscheinlich, dafs es eine ziemlich feste allgemeine Grenze für das Sehvermögen des ungetrübten und gesunden menschlichen Auges gebe, welche einen Schlufs auf die höchste Kraft der Microscope erlauben müsse. Ich stellte hierauf viele Beobachtungen an, um auszumitteln, in wie weit die Differenzen myopischer und presbyopischer Augen auf den allgemeinen Ausdruck jener Kraft einen Einflufs haben, und habe mich vielfach überzeugt, dafs die nicht seltene Meinung, als sähen myopische Personen mehr oder schärfer als andere, ungegründet ist. Das Resultat meiner Erfahrung ist ein Doppeltes:

1) Es scheint eine Normalkraft für das Auge der Menschen in Rücksicht auf das Sehen der kleinsten Theile zu geben, und die Abweichungen von derselben scheinen viel seltener zu seyn, als man gewöhnlich glaubt.

Es kann nur von solchen die Rede seyn, die in irgend einer Entfernung überhaupt deutlich zu sehen vermögen. Unter mehr als 100 Personen, die ich beobachtet habe, waren die in den gewöhnlichen Sehverhältnissen am schärfsten sehenden nicht fähig, mehr zu unterschei-

den, als ich selbst sah, und die sich für schwachsichtig oder fernsichtig haltenden waren gewöhnlich fähig, dasselbe zu sehen, was ich sah, nur bedurften sie einer bestimmteren Anweisung und besonders beim Sehen mit blofsem Auge meist einer etwas gröfseren Annäherung oder Entfernung des Gegenstandes von ihrem Auge als ich.

2) Die kleinste für das natürliche menschliche Auge gewöhnlich erreichbare □ Gröfse beträgt sowohl für die weifse Farbe auf schwarzem Grunde, als für die schwarze Farbe auf weifsem oder lichthellem Grunde $\frac{1}{36}$ einer pariser Linie im Durchmesser. Möglich ist noch, durch gröfste Lichtcondensirung und Spannung der Aufmerksamkeit die Gröfsen zwischen $\frac{1}{38}$ und $\frac{1}{48}$ einer Linie, aber nur ohne Schärfe und zweifelhaft zu erkennen *).

Diefs ist die Grenze der Kraft des natürlichen menschlichen Auges für farbige Körper, die jeder leicht, wie ich sie geprüft habe, nachprüfen kann, indem er auf sehr weifses Papier sehr feine schwarze Stäubchen, z. B. von trockner Tinte, Tuschen u. dergl., bringt, und die kleinsten davon mit sehr feiner Spitze aufnimmt und auf ein Glas-Micrometer legt, welches wenigstens $\frac{1}{48}$ Linie direct angiebt. Sonne und Lampenlicht erlauben auch leicht, mit oder ohne Spiegel, die schwarzen Körperchen dergl. auf dem Glas-Micrometer im Lichtgrunde zu betrachten. Körper, welche kleiner sind, als die angegebenen, können, ungeachtet aller Anstrengung, nicht einzeln, aber noch in einfacher gerader Reihe mit blofsem Auge erkannt werden. Befinden sich ferner dergleichen mehrere in gröfser Nähe und in mehrfacher Reihe beisammen, so machen sie einen gemeinschaftlichen Eindruck auf unser Auge und täuschen uns, als sähen wir einen gröfseren einfachen

*) Dafs $\frac{1}{45}$ zu behaupten, der Mühe nicht lohnen würde, versteht sich wohl. Die nächsten der Mühe werthen Verhältnisse wären $\frac{1}{55}$ oder $\frac{1}{72}$ Linie, und darüber habe ich keine Erfahrungen machen können, dafs sie von irgend jemand gesehen würden.

Körper oder Fläche *) Die gewöhnliche Entfernung, welche gute Augen, wenn sie diese kleinsten Körper erkennen wollen, beobachten, fand ich durch Messung 4 bis 5 Zoll, manchmal 6 Zoll, welches letztere die gewöhnliche Entfernung für sehr scharfsichtige ist. Myopische Personen nähern dieselben Gegenstände nur selten mehr als 4 Zoll, noch seltener 3 Zoll u. s. w., und werden meist dann den übrigen gleich. Jemand, dessen schärfste Sehweite 4 Zoll ist, kann durch gröfsere Annäherung des Auges an den Gegenstand nicht seine Sehkraft erhöhen, sondern empfindet Schmerz und sieht undeutlich. Hat man das Object einmal fixirt, so kann man es bedeutend mehr entfernen, ohne dasselbe aus dem Auge zu verlieren. Ich selbst kann $\frac{1}{24}$ einer Linie auf 12 Zoll Entfernung schwarz auf weifs nicht sehen, aber habe ich es auf 4—5 Zoll Entfernung aufgesucht, so kann ich es bis auf 12 Zoll entfernen und sehe es noch deutlich. Diese Erscheinung beruht auf der bekannten Kraft des Auges, sich nach der Ferne etwas zu accommodiren. Oft erkennt man auch kleine Gegenstände in gröfserer Ferne, sobald man auf ihren Ort aufmerksam gemacht ist, oder wenn sie sich bewegen. Aehnliche Erscheinungen geben ein Luftballon am hellen Himmel und ein Schiff am Horizonte, leicht sieht man sie, sobald man aufmerksam gemacht ist, aber die Fähigkeit der schnellen Orientirung beruht auf Gewohnheit und auf Gesichtsschärfe, ohne einen Schlufs auf die Sehkraft im Allgemeinen zu erlauben. Wenn jemand von Gesichtseindrücken lebhafter erregt wird, als ein anderer, so orientirt er sich schneller, aber er sieht defshalb nicht mehr als ein anderer, der sich, weil er diese Eindrücke weniger lebhaft aufnimmt,

*) Ich bin gewohnt, auf diese Weise sehr feine Wimpern der Infusorien zu erkennen. Sobald sie bewegt werden, bilden sie eine kleine scheinbare Fläche, welche sichtbar ist; sobald sie aber ruhen, ist oft ihre Feinheit so grofs, dafs die Sehkraft sie mit dem Microscope nicht erreicht.

langsamer orientirt. Ich bediene mich oft des Mittels, sehr kleine Gegenstände erst mit der Lupe zu suchen, wenn ich sie mit blofsem Auge erkennen will, um ihnen etwa eine andere Lage mit einer feinen Spitze zu geben. Auch diese Erscheinung ist nur für das Orientiren rücksichtlich des Ortes der Körper, und befördert nur die Schnelligkeit dieses Orientirens. Myopische Augen orientiren sich immer leichter, weil sie weniger zerstreut werden, indem ihr Gesichtsfeld ein kleineres ist. Wahrscheinlich ist endlich noch eine höhere Potenz der absoluten Sehkraft des menschlichen Auges hinzuzufügen, das ist die für das Erkennen leuchtender Körperchen. Kleine im Finstern leuchtende Körper erscheinen bekanntlich immer viel gröfser, als sie sind und diese, sie mögen nun selbstleuchtend oder Licht rückstrahlend seyn, können leicht bei viel geringerer Gröfse als $\frac{1}{18}$ Linie, je nach der Lichtstärke, das menschliche Auge noch afficiren. Ich habe nie Gelegenheit gehabt, selbst leuchtende Gröfsen zu beobachten, die von so kleinem Durchmesser wirklich waren, so dafs ich auf eine Grenze in dieser Hinsicht aufmerksam machen könnte. In wie weit die Astronomie hierbei Thatsachen liefert, die sich mit Genauigkeit berechnen und übertragen lassen, berühre ich nicht, denn wenn nicht die Messung der Lichtstärke ein Anhalten giebt, was immer nur ein durch die herrschende Lichttheorie bedingtes, hypothetisches wäre, so kann wohl bei dem Mangel an directer Kenntnifs, sowohl der Gröfse als der Entfernung jener Himmelskörper, kein sicherer Schlufs gezogen werden. Licht rückstrahlende Körper lassen sich allerdings prüfen, allein das aus meiner Erfahrung hervorgegangene Resultat ist nicht von besonderem Einflusse für die optischen Instrumente. Metallglanz, welcher ein sehr kräftiger Lichtreflex ist, läfst sich nach meinen an Goldstäubchen gemachten Beobachtungen mit blofsen Augen bei gewöhnlicher Tageshelle bis auf $\frac{1}{100}$ einer Linie erkennen, also doppelt so weit als Farben;

allein dieselbe glänzende Fläche erscheint bei 380maliger Vergröſserung schon matt und uneben, und das Körperchen wirkt nur wie ein schwarzes, oder wird durchsichtig mit lauchgrüner Farbe. Die farbige Durchsichtigkeit des Goldes scheint bei einer Dicke von $\frac{1}{2000}$ einer Linie erst einzutreten, und ist offenbar nicht Folge von Porosität. Flüssige Metalle würden vielleicht die kleinsten erreichbaren Gröſsen bilden, aber wenn man auch durch Microscope wird den Lichtreflex der Multipla der Vergröſserung mit 100 u. s. w. sehen können, so werden doch die Umrisse so kleiner Körper desto mehr unerkannt bleiben, je stärker ihr Lichtreflex zum Verhältniſs ihrer Gröſse ist. Den allerletzten quadratischen Lichtreflex giebt wahrscheinlich der Diamantstaub auf schwarzem Grunde im concentrirten Sonnenlichte; jedoch habe ich ihn noch nicht beobachten können *).

Anders verhält es sich mit Linien. Undurchsichtige Fäden von $\frac{1}{400}$ Linie Dicke erkennt man gegen Licht mit bloſsen Augen. Spinnenfäden messen $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{2000}$ Linie; Fäden der Seidenraupe $\frac{1}{200}$. Letztere sind im Cocon doppelt.

Das Resultat dieser Erfahrungen ist nun folgendes:

*) Die feinsten Goldtheilchen erhielt ich durch Abschaben vergoldeten Messings. Durch Feilen von reinem Golde erhielt ich nur weit gröbere Theilchen.

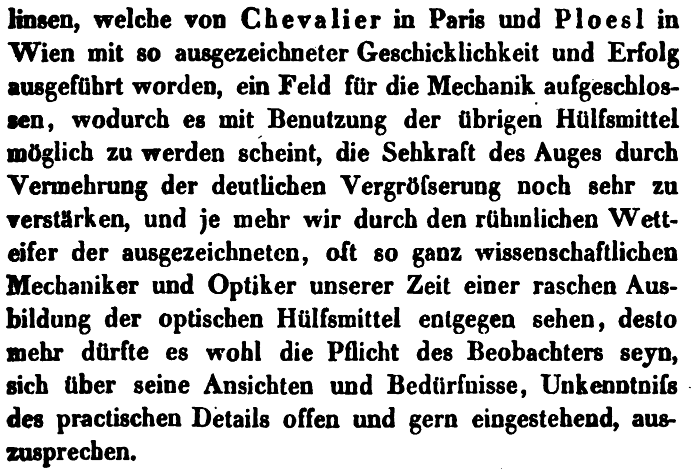
Die Dicke der Goldblättchen, deren man sich zum Vergolden bedient, ist für das bloſse Auge vollkommen unsichtbar, wie die Schneide sehr scharfer Messer. Werden sie erkannt, so liegt dieſs an Ungleichheiten des gebogenen Randes und ist Gesichtstäuschung.

In der grauen Quecksilbersalbe bildet das Quecksilber, wenn sie gut bereitet ist, fast gleichförmige Kügelchen von circa $\frac{1}{500}$ bis $\frac{1}{1000}$ Linie Durchmesser, die durch den Fettüberzug verhindert werden, sich zu verbinden. Diese *feinsten* Quecksilberkügelchen sind mit bloſsem Auge auch bei Sonnenschein nicht zu erkennen, sondern bilden mit dem weiſsen Fette eine graue Farbe. Gröſsere Kügelchen kann man darin oft sehen. Der Fettüberzug mag wohl den Metallglanz schwächen.

Die optischen Instrumente können an farbigen Quadrat-Theilen einer Linie deutlich nur die Multipla ihrer Vergröfserungskraft mit der Zahl 36 oder höchstens, aber schon undeutlich, bis zur Zahl 48 erkennen lassen. Für Linien und Licht-Eindrücke liegt die Grenze viel weiter, und wird durch die Intensität des Lichtes bestimmt.

Das sorgfältigste Microscop mit 100maliger deutlicher Vergröfserung erlaubt demnach mit aller Anstrengung nie, kleinere □ Gröfsen zu sehen, als Körperchen von $\frac{1}{3600}$ bis $\frac{1}{4800}$ Linie Durchmesser. Sind aber nicht alle Umstände am günstigsten vereint, wie es gewöhnlich statt findet, so wird man bedeutend ansehnlichere Gröfsen nicht mehr erkennen. Eine 400malige deutlichste Vergröfserung giebt die Möglichkeit des Unterscheidens von □ Gröfsen, die $\frac{1}{14400}$ bis $\frac{1}{19200}$ einer Linie im Durchmesser haben, oder beinah das Doppelte der Länge einer Lichtwelle in der Undulationstheorie betragen. Mit 1000maliger Vergröfserung wird man □ Körper sehen können, welche $\frac{1}{36000}$ bis $\frac{1}{48000}$ einer Linie grofs sind, und man würde schon die Newtonschen Elemente der rothen Farbe erkennen müssen, oder sich überzeugen, dafs sie nicht existiren. Mit 3000maliger Vergröfserung, wie sie Amici's Microscope geben sollen, würde man noch $\frac{1}{72000}$ bis $\frac{1}{144000}$ einer Linie unterscheiden, mithin fast alle Newtonschen Farbenelemente erkennen müssen; man würde aber noch nicht die Dicke der Wände eines Monadenmagens an sich erkennen, sondern auf deren Anwesenheit nur noch aus der Wirkung des Zusammenhaltens der Speisetheilchen schliefsen müssen.

Abgesehen von den so wichtig gewordenen Amicischen Verbesserungen der Microscope, die leider noch zu kostbar sind, ist durch die von Selligue bei den zusammengesetzten Microscopen angegebene, bei einfachen Microscopen aber und in anderen Verhältnissen schon vor ihm angewendete Methode des vortheilhaften Combinirens mehrerer einfacher achromatischer Objectiv-



linsen, welche von Chevalier in Paris und Ploesl in Wien mit so ausgezeichneter Geschicklichkeit und Erfolg ausgeführt worden, ein Feld für die Mechanik aufgeschlossen, wodurch es mit Benutzung der übrigen Hülfsmittel möglich zu werden scheint, die Sehkraft des Auges durch Vermehrung der deutlichen Vergröfserung noch sehr zu verstärken, und je mehr wir durch den rühmlichen Wetteifer der ausgezeichneten, oft so ganz wissenschaftlichen Mechaniker und Optiker unserer Zeit einer raschen Ausbildung der optischen Hülfsmittel entgegen sehen, desto mehr dürfte es wohl die Pflicht des Beobachters seyn, sich über seine Ansichten und Bedürfnisse, Unkenntnifs des practischen Details offen und gern eingestehend, auszusprechen.

Es sind, wie es am Tage liegt, bei mechanischen Entdeckungen und Fortschritten für Mechaniker besonders 2 Dinge im Auge zu halten. Einmal zweckmäfsigste Behandlung des Gegenstandes mit Liebe ohne Rücksicht auf Kostbarkeit, und zweitens Vereinfachung der entdeckten Verbesserungen und möglichste Verringeruug der nöthigen Kostbarkeit durch dieselbe zur Vervielfältigung ihrer Anwendung. Es ist freilich nicht zu verlangen und nicht zu wünschen, dafs Männer, welche fähig sind, bleibende Kunstwerke zu liefern, ihre Zeit mit Vereinfachung der Mechanik bei denselben verbringen, allein es sollte ihnen wohl mehr, als es zu geschehen scheint, die Anregung anderer zur Vereinfachung ihrer Entdeckungen und Vervielfältigung der einfachsten Formen, die nicht nur die neue Methode, sondern die gröfste Kraft enthalten, zur ausgebreitetsten Nützlichkeit nahe liegen, und dafs eigne Genugthuung, Ehre, Gewinn und Nutzen sich nicht gleichzeitig erringen liefsen, ist kaum zu fürchten. Die stärkste Wirkung, jedoch mit einiger Unbequemlichkeit, habe ich bei dem besten Ploesl'schen Microscope beobachtet, welches die hiesige Academie der Wissenschaften besitzt. Ein noch besseres, befstes Amicisches Microscop

fehlt in Berlin gänzlich, oder ist mir nicht bekannt, obwohl es sehr wünschenswerth wäre, dafs die Prüfung eines solchen den hiesigen Forschern nicht unzugänglich wäre. Sehr erfreulich ist, dafs in Berlin, neben den früheren, leider nicht weiter ausgedehnten, äufserst sorgfältigen und erfolgreichen Bemühungen des Herrn Ober-Bergraths Schaffrinsky, auch die Herren Pistor und Schiek, deren grofse wissenschaftliche Genauigkeit allseitig anerkannt ist, sich dazu verstanden haben, ihre Sorgfalt auch auf Microscope zu verwenden, und die daraus hervorgegangenen sind bereits, wie ich mich überzeugt habe, so vorzüglich, dafs sie an Kraft meinem Chevalier'schen wenig nachgeben, und an gleichzeitiger Bequemlichkeit offenbar vorzüglich sind. Hierbei bemerke ich, dafs Klarheit der Microscope bei kleinen Vergröfserungen, so grofs sie auch sey, kein Vorzug mehr, sondern eine nothwendige Bedingung und Eigenschaft beim Character der Güte ist, und dafs Vorzüglichkeit sich nur auf gröfste Deutlichkeit und Bequemlichkeit bei *den stärksten* Vergröfserungen beziehen kann. Die Herren Mechaniker und weniger geübte Beobachter sind hierüber oft im Irrthum, und glauben durch Klarheit geringer Vergröfserungen die stärksten ersetzen zu können. Da nach Herrn Herschel's Angabe Amicische Microscope 3000mal klar vergröfsern, so sollte es wohl das Streben der Optiker seyn, nicht blofs die Form und Methode der Amicischen Microscope nachzuahmen, sondern besonders jene mögliche Eigenschaft der stärksten deutlichen achromatischen Vergröfserung möglichst zu vervielfältigen und zu vereinfachen. Zum gewöhnlichen Studium der feineren Organisation alles Organischen bedarf es zu unserer Zeit einer klaren achromatischen Vergröfserung von wenigstens 300- bis 400mal im Durchmesser. Microscope, die weniger vergröfsernde Kraft haben, sind, ungeachtet aller Kunst, Schönheit und Klarheit, Studirenden und öffentlichen Anstalten nicht zu empfehlen. Kostbare Schraubenmicrometer, mehr als 3

oder 4, zusammen und einzeln brauchbare, achromatische Objectlinsen, Reverberationsapparate und Glasprismen sind meist unnöthig, nur in sehr beschränkten Fällen nützlich und in keinem richtigen Verhältnifs ihrer Kostbarkeit und Wirkung, dagegen sind verschiedene, besonders feine Glasmicrometer und verstärkende besondere Ocularglãser und doppelte Spiegel ein wesentliches Hülfsmittel und Bedürfnifs für fleifsige und genaue Beobachter.

Von den Sonnenmicroscopen kann ich nicht umbin, mir einen sehr wichtigen Erfolg zu versprechen, wenn dieselben mechanisch weiter ausgebildet würden. Die, welche ich zu sehen Gelegenheit hatte, lassen sich gewifs bedeutend verbessern und in ihrer Wirkung verstärken.

Ich schliefse mit Wiederaufnahme der Bemerkung, dafs es, abgesehen von allem Unorganischen, schon im Reiche der organischen Körper, deren Bestandtheile oder Molecülen man allgemein für die gröbsten hält, direct nachzuweisende Gröfsen giebt, welche $\frac{1}{16000}$ einer Linie im Durchmesser haben, und indirect andere, die weniger als ein Sechsmilliontheil einer pariser Linie im Durchmesser haben mögen; dafs die oft ausgesprochenen Ideen von Atomen, als Erfahrungsgegenständen, viel zu wenig zart sind; dafs endlich die Kraft der Microscope, die wir jetzt besitzen, im Maximum nicht mehr beträgt, als um undurchsichtige lange Fäden von $\frac{1}{1,200000}'''$ Durchmesser und Quadratflächen oder Kugeln von $\frac{1}{144000}$ einer Linie deutlich zu erkennen, dafs sie mithin für die letztern 40mal verstärkt werden mufs, um dem Bedürfnisse zu genügen, die kleinsten aus einfachen Schlufsfolgerungen als existirend hervorgehenden *Theile organischer Körper* direct zu erreichen, dafs aber an sichtbare, oder einst erreichbare einfache Materie oder materielle Urbestandtheile nicht zu denken ist.

Zur Erläuterung der vorgetragenen Thatsachen dient die beigehende Kupfertafel.

Tafel I.

Fig. I. ist die Darstellung der *Monas Termo*, des kleinsten der bekannten Infusionsthiere, nachdem es mit Indigo genährt worden. Die mit *a* bezeichnete Gruppe ist unter einer Vergröfserung von 380mal im Durchmesser gesehen, und die kleinsten Individuen sind $\frac{1}{2000}$ einer pariser Linie grofs. Die mit *b* bezeichnete Gruppe ist 800-mal vergröfsert. Man sieht überall schwarzblaue, scharfbegrenzte Punkte, welche die angefüllten kleinen Magen bezeichnen.

Fig. II. sind 3 Individuen der gröfsern Infusorienform *Kolpoda Cucullus*, welche $\frac{1}{48}$''' grofs und 380mal vergröfsert ist. II. *b.* ist ein mit vielen kleineren gefüllten Magen versehenes Thier, welches sich der überflüssigen Nahrung entledigt. II. *a.* hat 2 Magen mehr angefüllt, und dasselbe Individuum ist in II. *c.* im Act des Gebährens dargestellt. Das Geborne nach jenem Acte zeigt * im Wasser ausgebreitet, während das Thier weiter schwamm. Weit vollständiger ist diese Entwickelung auf der dritten Tafel meiner academischen Schrift dargestellt. Die 3 Individuen zeigen bei † den Mund, bei †† den After, und zwischen beiden das zungenförmige Zwischenstück.

Fig. III. sind 4 Individuen der *Microglena volvocina* einer augenführenden Form der Monadenfamilie von $\frac{1}{120}$''' Gröfse, 380mal vergröfsert. Der dunkle Punkt ist nicht ein gefüllter Magen, sondern ein schönrothes Auge. Der ganze mittlere Theil oder der Körper der Thierchen ist schöngrün, und der angedeutete äufsere Ring um den Körper ist ebenfalls von leichtem Schönroth, aber nur ein Spectrum opticum, von dem ich gesprochen habe. Vielleicht nämlich rührt er von sehr dichter feiner Behaarung her. Wäre es blofs die Ergänzungsfarbe des schönen Grün, so würde sie bei andern ähnlichen grünen Thierchen auch erscheinen. Beim Wälzen des Thieres bleibt der rothe

Rand sich gleich, und die Oberfläche erscheint aufserdem grün, obwohl diese grünen Theile durch die wälzende Bewegung beständig in die Stelle des rothen Randes gebracht werden.

Fig. IV. Darmkanal der Infusorienform *Leucophrys patula*, woraus der bei den kleineren Infusorien weniger deutliche Zusammenhang der kleinen Speisebehälter deutlich wird.

Fig. V. eine der gröfsten und gemeinsten Formen der Magenthierchen, *Paramaecium Aurelia*, $\frac{1}{12}'''$ lang, 380mal vergröfsert, nach Anfüllung einer Mehrzahl, bei weitem aber noch nicht aller ihrer Magen in Fig. *a.*, welche auch das reihenweise Behaartseyn deutlich macht. Bei † ist die längliche Mundöffnung, wohin der durch die Wimpern erregte Strudel alle Speisetheilchen führt, und wo dieselben in's Innere übergehen. Bei †† ist die Afteröffnung, welche bei Ausleerungen deutlich wird. Fig. *b.* ist ein kleineres Individuum mit anliegenden Haaren, welche dadurch unsichtbar werden. Es hat keine undurchsichtigen Nahrungsstoffe aufgenommen. Bei † ist ebenfalls der Mund zu erkennen.

Fig. VI. eine gemeine Form der Räderthierchen, *Brachionus urceolaris* von Müller, Gröfse $\frac{1}{12}'''$, Vergröfserung 380. Fig. *A.* ist ein mit 7 Eiern beladenes Individuum mit ausgestrecktem Sporn vom Rücken gesehen.

† und †† sind auskriechende Junge mit der Eischaale.

a. ein frisch ausgekrochenes, schon ganz entwickeltes Junges.

* ist der Sporn im Nacken des Thieres, wahrscheinlich das Reizorgan für das Geschlechtssystem (*Clitoris*).

B. ist ein durchsichtigeres, durch ein Glimmerblättchen etwas gedrücktes, gleichartiges Thierchen mit eingezogenem Sporn, vom Rücken gesehen.

a a a. sind die 3 Stirntheile mit zwischen liegenden 2 Borsten.

b b. sind die beiden Räderorgane.

c c. ist die Schaale oder der Panzer, wie Schildkrötenschaale.
d. das Schwanzglied mit beweglicher Zange am Ende.
e e. sind die Muskeln des Räderorgans.
f. ein rothes Auge im Nacken.
g. der Schlundkopf mit den 2 5zähnigen Kiefern.
h. Magentheil des Darmes, zwischen welchem und dem Schlundkopfe der dünne Schlund befindlich.
i. eigentlicher Darm oder Dickdarm.
k. Afterstelle.
l l. männliche Samenbehälter.
m. männlicher Ejaculations-Muskel.
n. Eierstock mit einem gröfseren Ei.
o o. 2 freie Seitenmuskeln im Innern, welche das Einziehen des Thieres in die Schaale bewirken.
p p. 2 Schwanzmuskeln, welche die Bewegungen des Schwanzgliedes hervorbringen, und an der Basis desselben frei und stumpf anfangen.
q q. 2 Drüsen am Magen, welche sich mit der Pancreas-Drüse vergleichen lassen.

Das Nervensystem ist bei dieser Form nicht deutlich zu sehen, eben so das Gefäfssystem, woran die, obwohl durchsichtige Schaale hindern mag. Bei nackten Räderthieren läfst es sich oft deutlich nachweisen. Bei *Hydatina senta* habe ich es in meiner Schrift abgebildet.

Fig. VII. ist ein Schlundkopf mit 6zähnigen Kiefern von *Notommata clavulata*, einem andern Räderthierchen.

Zusätze.

1) Rücksichtlich der Samenthierchen, welche mancher für so wichtig bei der Entscheidung über die Frage der primitiven Entstehung der Entozoen halten könnte, und deren oben nicht Erwähnung geschehen, bemerke ich

nur, dafs diese Körper jedem animalischen Wesen, bei dem sie bisher gefunden sind, methodisch eingeimpft werden, und gar nichts Wunderbares, nur allerdings noch vieles Dunkle enthalten, was durch erhöhte Kraft der Microscope sich schon allmälig wird erhellen lassen.

2) Ueber die Wahrnehmung der kleinsten glänzenden Körper habe ich nachträglich noch einige Resultate zu erhalten Gelegenheit gehabt. Durch Zerdrücken von kleinen Quecksilberkügelchen auf einem Glasmicrometer erhielt ich leicht kleinere Kügelchen von $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{2000}$ Linie Durchmesser. Im Sonnenscheine konnte ich den Lichtreflex und also die Existenz nur solcher Kügelchen mit blofsem Auge erkennen, die $\frac{1}{300}$ einer Linie im Durchmesser hatten, kleinere afficirten mein Auge weder im Sonnenschein noch bei der Chevallier'schen Reverberations-Lampe. Zu bemerken fand ich aber dabei, dafs die eigentlich glänzende Stelle der Kugel nicht mehr als $\frac{1}{900}$ einer Linie im Durchmesser hatte. Spinnfäden von $\frac{1}{2000}$''' Durchm. lassen sich noch am Glanze erkennen.

3) Neuerlich habe ich auch mit Diamantstaub einige Versuche angestellt und gefunden, dafs eine kleine Diamantfläche von $\frac{1}{100}$ Linie Durchmesser allerdings ein weit lebhafteres Licht dem blofsen Auge darbietet als eine Quecksiberkugel von gleichem Durchmesser. Kleinere Diamantstäubchen mit gutem Glanze habe ich noch nicht auffinden können, indem die kleinsten Theilchen zwar Körperchen von $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{3000}$ Linie Durchmesser darboten, aber auch unter dem Microscope keinen Glanz erkennen liefsen. Vielleicht lag es jedoch an der Behandlung.

Das Resultat dieser nachträglichen Beobachtungen ist, dafs flüssige Metalle, da immer nur ein kleiner Theil ihrer kuglichen Oberfläche stark glänzt, zwar sehr kleine Lichttheilchen bemerkbar machen, dafs aber im Verhältnifs weit kleinere Blättchen, besonders Diamantblättchen, immer wenigstens eben so deutlich zu erkennen seyn werden, als bedeutend gröfsere Metallkügelchen. Ob sich das Verhältnifs 1 zu 3 erhalten wird, mufs weitere Beobachtung lehren. Linienförmige Lichttheilchen bilden die letzte Grenze der Sehkraft, und die leuchtenden oder lichtrückstrahlenden Körperchen die Fixsterne der microscopischen Welt.

II. *Verhältnisse der in den letzten vierzig Jahren zu Palermo beobachteten Erdstöfse, in Bezug auf ihre Richtung, Vertheilung nach den Jahreszeiten und fragliche Einwirkung auf den Barometerstand;*
von F. Hoffmann.

Kein Land in Europa vielleicht ist so häufig und in so einflufsreicher Weise von den Einwirkungen der Erdbeben heimgesucht worden, als Sicilien und die benachbarte Halbinsel Calabrien. Denn wiewohl ich selbst bisher, bei einem einjährigen Aufenthalt auf der Insel, niemals so glücklich gewesen bin, von dem Eindrucke, welchen diese merkwürdige Erscheinung auf den Menschen macht, aus eigner Erfahrung Rechenschaft ablegen zu können, so vergeht doch auch wohl nicht leicht nur ein Jahr, ohne dafs Erdstöfse in einem oder dem andern Theile des Landes empfunden werden, und die Geschichte Siciliens bewahrt uns überdiefs so ausgezeichnete Beispiele von durch Erdbeben bewirkten Katastrophen, dafs wir dieselben füglich den grofsartigsten Ereignissen der Art an die Seite stellen können, welche uns aus Ländern ferner Welttheile berichtet werden. Heftige Schwankungen des Bodens, welche ganze Provinzen vernichteten, wie das Erdbeben von 1693, welches im Val di Noto allein vielleicht 20000 Menschen wegraffte, die mehrfach wiederholte Zerstörung blühender volkreicher Städte, wie die von Catania, oder die noch im Gedächtnifs vieler Lebenden befindliche von Messina, sind in diesem, an wichtigen Naturerscheinungen so überreichen Lande schon vielfältig der Gegenstand des Schreckens und die Ursache der Zerstörung des National-Wohlstandes gewesen.

Es schien mir daher ein den Zwecken meines Aufenthalts in Sicilien sehr nahe liegender Gegenstand zu seyn, den Verhältnissen, unter welchen hier bisher Erdbeben bemerkt wurden, eine anhaltendere Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Wir entbehrten bisher noch ein möglichst detaillirtes und aus den Original-Quellen zusammengestelltes Verzeichniſs aller Fälle von den hier aufgezeichneten Erdstöſsen und den sie begleitenden Erscheinungen. Auch ist Ursache zu glauben, daſs bei der Unvollkommenheit, mit welcher gewöhnlich in älteren Zeiten Beobachtungen dieser Art angestellt wurden, und bei der unkritischen Vermischung des Wahren mit dem Erdichteten, welche bei Gegenständen, wie diese, die so mächtig auf die Einbildungskraft wirken, verzeiblicher als bei andern ist, eine Arbeit der Art nur sehr unvollkommene, wenig dankenswerthe Früchte bringen werde. Es war mir daher äuſserst anziehend, bei der Besichtigung des meteorologischen Tagebuchs der Sternwarte in Palermo zu bemerken, daſs seit dem Beginn dieses lobenswerthen Journals den Wahrnehmungen der Erdbeben eine ganz besondere Sorgfalt gewidmet worden ist. Die Möglichkeit, das Auftreten derselben mit dem Zustande der Atmosphäre aus den Angaben eines mit sehr rühmlicher Sorgfalt geführten Tagebuchs vergleichen zu können, scheint, bei den oben angedeuteten Verhältnissen, allein schon eine nur selten wiederkehrende glückliche Verbindung von Umständen; und die Bürgschaft, welche die Theilnahme des Gründers dieser Anstalt, des hochverdienten Piazzi, und die seines sehr thätigen Nachfolgers, des Hrn. Nicolo Cacciatore für die Würdigung der aufgezeichneten Bemerkungen darbietet, giebt uns eine seltene Gelegenheit, diesen für die Kenntniſs von der physischen Beschaffenheit Siciliens so sehr wichtigen Gegenstand einer vollkommneren Betrachtung zu unterwerfen. Ich halte es daher keineswegs für ganz unnütz, hier einige der wesentlichsten

von den Resultaten vorlegen zu können, welche die mir von Hrn. Cacciatore so bereitwillig gestattete Durchsicht seiner Tagebücher mit Sicherheit zu ermitteln erlaubt hat.

Ungeachtet die Umgebungen von Palermo keinesweges zu den Gegenden von Sicilien gehören, welche vorzugsweise häufig den Einwirkungen der Erdbeben unterworfen werden, so wurden doch in den letzten 40 Jahren, als in dem Zeitraume, seit welchem auf der dasigen Sternwarte ein meteorologisches Journal geführt wird, seit dem Anfange des Jahres 1792 bis gegenwärtig, 57 verschiedene Fälle von Erdstöfsen mit Sicherheit beobachtet. Die meisten darunter waren freilich nur sehr unbedeutend, und viele, wie noch namentlich der zuletzt angegebene vom 30. September 1831 *), wurden selbst von der Mehrzahl der dortigen Einwohner nicht mit empfunden. Sehr viele unter diesen indefs waren für andere und zum Theile nahe liegende Gegenden Siciliens von viel gröfserer Bedeutung, und die allgemeinen Erscheinungen im Zustande der Atmosphäre, welche mit denselben füglich in irgend einer Causal-Verbindung stehen könnten, mufsten daher nothwendig zu Palermo mit bemerkt werden. Mehrfältig vergingen ein und auch wohl 2 Jahre, doch niemals mehr nach einander, in welchen wir zu Palermo keine Erdstöfse erwähnt finden, und namentlich gehörten in der erwähnten Periode das J. 1793, 1795 und 1796, 1798, 1802 1804 und 1805, 1807 und 1808, 1812 und 1813, 1815 und 1816, 1821 und 1822, 1828 und 1829, mithin also 17 Jahre von 40 zu diesen übrigens keinesweges für ganz Sicilien von Erdstöfsen freien Zeiträumen. In den 23 nun noch übrigbleibenden Jah-

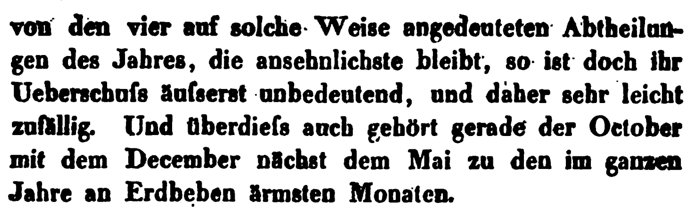
*) Während dieses Erdstofses waren wir zu Palermo gegenwärtig, ohne das Geringste davon zu bemerken, und doch waren auf dem etwa 80 Fufs hohen Thurme, welcher die Sternwarte trägt, die durch ihn veranlafsten Schwankungen äufserst deutlich gewesen.

ren vertheilt sich ferner, wie man leicht glauben wird, die Häufigkeit der Erdbeben äufserst unregelmäfsig. Während wir gewöhnlich nur einen oder zwei Fälle derselben in dem Laufe eines Jahres aufgezeichnet finden, brachte das am häufigsten damit ausgestattete Jahr 1818 deren elf Fälle, und das nächst ihm an Erdbeben reichste Jahr 1823 zeigte deren noch sieben.

Um zu sehen, welchen Jahreszeiten vorzugsweise das Auftreten der Erdstöfse in diesem Theile von Europa anzugehören pflege, verglichen wir dieselben zunächst nach den Monaten, in welchen sie bemerkt wurden, und wir fanden dadurch Folgendes:

Im Januar wurden in 40 Jahren 4 Erdbebenfälle beobachtet
- Februar - - - - 5 - -
- März - - - - 13 - -
- April - - - - 4 - -
- Mai - - - - 1 - -
- Junius - - - - 6 - -
- Julius - - - - 4 - -
- August - - - - 6 - -
- Septemb. - - - - 6 - -
- October - - - - 2 - -
- November - - - - 4 - -
- December - - - - 2 - -

Es ergiebt sich aus dieser Zusammenstellung wohl kaum irgend ein anderes Resultat, als die allerdings äufserst auffallende Häufigkeit der Erdbeben im Märzmonat. Bekanntlich sollen auch in andern Ländern, und vorzugsweise in Chili und auf den Mollucken, die Aequinoctial-Perioden, aus noch immer uns ganz unbekannten Ursachen, für die von Erdbeben am meisten heimgesuchten gehalten werden. In dem vorliegenden Falle aber scheint diese Regel auf das Herbst-Aequinoctium nicht anwendbar; denn wenn gleich die Summe der Erdbebenfälle aus den Monaten August, September und October immer noch nächst der von Februar, März und April



von den vier auf solche Weise angedeuteten Abtheilungen des Jahres, die ansehnlichste bleibt, so ist doch ihr Ueberschuſs äuſserst unbedeutend, und daher sehr leicht zufällig. Und überdieſs auch gehört gerade der October mit dem December nächst dem Mai zu den im ganzen Jahre an Erdbeben ärmsten Monaten.

Um den Einfluſs der auf diese Weise durch die Jahreszeiten vertheilten Erdbeben auf den Zustand der Atmosphäre, oder umgekehrt, bestimmen, ihn erweisen oder leugnen zu können, schien es mir vor Allem von Wichtigkeit, das Verhalten des Barometers um die Zeit solcher Vorfälle zu prüfen. Und hierin vielleicht möchte ein gröſseres Interesse gerade dieser Art von Vergleichungen liegen, welche sich wahrscheinlich nur in wenig andern Orten der Erde, die sich in gleichen Verhältnissen befinden, mit demselben Grade von Vollständigkeit und Sicherheit möchten anstellen lassen. Denn zu Palermo wurden in den eben erwähnten 40 Jahren die Barometerstände an guten Instrumenten ununterbrochen, täglich vier Mal, aufgezeichnet, und wir besitzen daher eine bereits für diese Breite vollkommen hinreichende Kenntniſs von den mittleren Verhältnissen in den Schwankungen des Luftdruckes, nach seiner täglichen und jährlichen Periode. Hr. Cacciatore hat auch bereits die Resultate von den 34 ersten Jahren dieser erwähnten Beobachtungen in dem Anhange zu dem rühmlichst bekannten Werke Piazzi's: *Del Real Osservatorio di Palermo, Libri VII, VIII et IX*, mit mühevoller Ausführlichkeit bearbeitet, und es ist uns daher ungemein leicht möglich geworden, den barometrischen Zustand der Atmosphäre bei Erdbeben mit dem allgemein gesetzlichen derselben vergleichen zu können.

Um die Resultate dieser Arbeit leicht übersichtlich zu machen, habe ich es versucht, die mir nothwendig scheinenden Data zur Beurtheilung derselben in der beiliegenden Tabelle zusammenzustellen, und ich erlaube

mir hier zum sicheren Verständnisse dieser Tafel nur noch folgende Bemerkungen.

Die erste der Columnen, welche die beobachteten Erdbeben nach dem Jahre und dem Tage angegeben enthält, bedarf keiner Erläuterungen. Unmittelbar neben derselben stehen die zur Stunde der Erdbeben oder zu der ihr am nächsten liegenden Beobachtungsstunde bemerkten Barometerstände. Sie sind auf den Gefrierpunkt reducirt, und gröfserer Bequemlichkeit wegen aus englischen Zollen und deren Decimal-Theilen in Pariser Linien umgesetzt worden. Die Dritte Columne der Tafel zeigt die Abweichungen des so eben bemerkten Barometerstandes von dem Medium des Monates, in welchem er beobachtet wurde, nach Hrn. Cacciatores oben erwähnten Berechnungen aus den Jahren von 1792 bis 1825 incl. Die vierte ferner zeigt dasselbe Verhältnifs des Barometerstandes zu dem allgemeinen Medium des Jahres in Palermo. Die fünfte Columne, welche *Bewegung des Barometers* überschrieben wurde, ist bestimmt, um zu zeigen, in welcher Art der Schwankung gerade das Barometer während des Eintretens von Erdstöfsen begriffen war. Es konnten hiebei fünf wesentlich verschiedene Fälle in Berücksichtigung kommen, welche ich versucht habe durch folgende leicht verständliche Zeichen auszudrücken. Befand sich das Barometer gerade im Steigen, so setzen wir das Zeichen ↑, war es im Sinken, das entgegengesetzte ↓, stand es aber auf einem Maximum, so findet sich +, bei einem Minimum —, und war es endlich in so unbestimmten, unbedeutenden Schwankungen begriffen, dafs sich daraus keine vorwaltende Richtung mit Sicherheit hätte ableiten lassen, so schien es mir schicklich das Zeichen ⊙ beizufügen. Endlich schien es mir auch noch passend, eine sechste Columne zu wählen, um die Gröfse der zur Zeit von beobachteten Erdstöfsen stattgefundenen Schwankung des Barometers darin angeben zu können. Dieser Zweck liefs sich in den zwei

belle

s Barometers

zu Palermo, vom J

öfse er illat.	Zeit.	Diff. vom Medium d. M.	Diff. vom Medium d. J.	Beweg. des Barom.	Gröfse der Oscillat.
	1819.				
540	25. Februar	—6,271	—6,768	—	6,361
497	4. März	+1,767	+1,992	‡	1,983
846	8. Mai	+0,507	+0,732	‡	3,176
	1820.				
288	4. April	+1,100	+1,020	‡	0,900
	1823.				
553	16. Februar	—1,177	—1,020	⊙	—
—	5. März	+1,014	+1,296	⊙	—
548	6. März	—0,402	—0,120	⊙	—
887	8. März	—4,353	—4,332	+	2,908

ersten der so eben erwähnten Zustände des Barometers allein einfach erreichen, und die unmittelbare Nebeneinanderstellung der fünften und sechsten Columne zeigt uns zugleich stets, ob die angegebenen gröfseren oder kleineren Oscillationen steigende oder sinkende waren. Nur in dem Falle von + oder — (in der fünften Columne) hätten eigentlich zwei Oscillationen müssen angegeben werden; ich zog es indefs vor, davon stets nur die gröfsere der beiden in der Tabelle mit aufzunehmen, und gab durch ein beigesetztes * oder * an, ob sie auf- oder niedersteigend waren.

Die Resultate, welche zunächst aus der Uebersicht dieser Tabelle hervorgehen, scheinen im Allgemeinen der Ansicht, als ob irgend eine Beziehung zwischen den Schwankungen im Barometerstande und dem Auftreten der Erdbeben statt finde, durchaus nicht günstig. Die mittleren Barometerstände der Monate zu Palermo sind nach Hrn. Cacciatores Berechnungen bei 0° Temperatur und in Pariser Linien verwandelt.

Für den Januar	334‴,689	Für den Julius	334‴,588
- - Febr.	334 ,960	- - August	334 ,825
- - März	334 ,171	- - Sept.	334 ,950
- - April	333 ,991	- - Octob.	334 ,678
- - Mai	334 ,165	- - Nov.	334 ,837
- - Juni	334 ,893	- - Dec.	335 ,017

Das Medium des Jahres endlich beträgt 334‴,668 *).

Einer sehr allgemein verbreiteten Meinung zufolge würde man nun wahrscheinlich erwarten, die in der vorliegenden Tafel angegebenen Barometerstände bei Erdbeben in den meisten Fällen kleiner als die Mittelzahlen zu finden. Es zeigt sich indefs aus der Vergleichung

*) Diese Media sind sämmtlich für den Beobachtungsort auf der Sternwarte, in 244 Fufs Erhebung über dem Meere, berechnet. Auf den Meeresspiegel reducirt, folgt daraus für die Breite von Palermo (38° 6′ 44″), der mittlere Barometerstand am Meere zu 337‴,954.

der dritten und vierten Columne zunächst, dafs diese Barometerstände sich in einunddreifsig Fällen *über* dem Mittel desselben Monates, in vierundzwanzig Fällen *darunter*, und in zweien gerade auf demselben befanden; von dem Mittelstande des Jahres aber waren die Barometerstände in zweiunddreifsig Fällen in's + und in fünfundzwanzig in's — abweichend. Es stand also das Barometer bei Erdbeben entschieden häufiger über als unter dem Mittel. Doch dürfen wir hiebei wohl nicht ganz mit Stillschweigen übergeben, dafs während des einzigen bedeutend starken Erdbebens, welches zu Palermo in dieser Periode, im März 1823 *), vorfiel, das Barometer sich anhaltend den ganzen Monat hindurch unter dem monatlichen Mittelstande erhalten hatte.

Betrachten wir nun ferner noch die Gröfse der Abweichung der Barometerstände bei Erdbeben von den Mittelzahlen, so ergiebt sich das Maximum derselben über den monatlichen Mitteln =3,584 Par. Linien, das Minimum derselben unter denselben aber zeigt sich =6,271 Pariser Linien. Eben so ist es auch bei der Abweichung der Barometerstände von dem jährlichen Mittel. Hier zeigt sich das Maximum darüber =3''',876
das Minimum darunter =6 ,768.
Es hat also das Barometer bei Erdbeben sich in den äufsersten Fällen um das Doppelte des Werthes unter dem Medium befunden, den es in gleichen Verhältnissen fast *über* demselben erreicht hat. Doch ist allerdings sehr auffallend, dafs keines dieser Extreme in den Barometerständen sich zur Zeit eines ansehnlichen Erdbebens ereignete, denn das Maximum ist am 9. Februar 1831 eingetreten, und das Minimum am 19. März 1827; an beiden Tagen aber ist in keinem Theile Siciliens gerade ein ausgezeichneterer Erdstofs bemerkt worden. Doch ver-

*) Der stärkste Stofs dieses Erdbebens erfolgte am 5. März 1823 um 5 Uhr 37' Nachmittags, in Palermo stürzten dabei mehrere Häuser ein, und es wurden vierzehn Menschen getödtet.

dient wohl auch noch unsere Aufmerksamkeit, dafs zu der oben erwähnten Zeit des Erdbebens in Palermo vom Jahr 1823 das Barometer hier eines seiner ansehnlicheren Minima erreichte, denn wir finden es am 6. März hier auf 5''',191 unter dem monatlichen, und 5''',688 unter dem jährlichen Mittel. Um indefs die Bedeutung, welche diese Abweichungen des Barometerstandes von dem Mittel bei Erdbeben für die Schwankungen des Barometers zu Palermo *überhaupt* haben, richtig beurtheilen zu können, wird es nöthig seyn, dieselben mit den Gränzen zu vergleichen, welche diese Schwankungen im Allgemeinen hier zu erreichen pflegen. Ich habe diese Vergleichung mit zu Ratheziehung einer Tabelle versucht, welche sich in der *Topografia di Palermo* von Domenico Scinà (1818) befindet, und in welcher die Maxima und Minima der Barometerstände für die Monate nach 20jährigen Mitteln berechnet wurden. Es ergab sich dadurch folgende Thatsache, die ich mit Uebergehung alles Details hier herausstelle.

»Die Abweichungen des Barometerstandes bei Erdbeben vom Medium haben in den angegebenen 40 Jahren, weder über noch unter dem Mittel, jemals die Gränzen erreicht, welche in Mitteljahren ohne aufserordentliche äufsere Einflüsse vorzukommen pflegen, ja sie sind in den meisten Fällen noch immer ansehnlich und sehr oft um mehr als die Hälfte des ganzen Werthes von diesen Gränzen entfernt geblieben.«

So z. B. betrug das oben angegebene Maximum der Abweichung vom monatlichen Mittel am 9. Februar 1831 =3''',584; aus der eben angeführten Tafel aber ergiebt sich das mittlere Maximum des Barometers über dem Medium in 20 Jahren im Februar-Monat =7''',814. Die Differenz beträgt daher =4''',230, oder mehr als die Hälfte des ganzen Werthes. Eben so wird das Minimum oben am 19. März 1827 =6''',271 unter dem Mittel angegeben. Es liegt aber das mittlere Minimum im

März-Monat, nach 20jähriger Vergleichung um 10''',325 unter dem Mittel; Differenz also =4''',054. Und ähnlich ist also das Resultat aller Vergleichungen aus der vorliegenden Tafel. Ja im Monat April fand ich sogar die Abweichung in den Minimis =7''',898, und noch gröfser war sie im November und December; die Differenzen der Maxima aber schienen im Januar am gröfsesten, wo sie 5''',198 betrugen.

Wenden wir uns endlich zu der fünften Columne unserer Tabelle, so ergeben sich uns daraus folgende Thatsachen:

Das Barometer zeigte sich bei Erdbeben in	↓	in 20 Fällen
- - - - - - -	↑	- 16 -
- - - - - - -	—	- 7 -
- - - - - - -	+	- 3 -
- - - - - - -	⊙	- 11 -

Es ist also allerdings ein kleiner Ueberschufs für den sinkenden Zustand des Barometers während der Erdbeben vorhanden, doch könnte dieser sehr füglich für zufällig gehalten werden.

Es scheint endlich noch wichtig, auch die Gröfse der ganzen Schwankungen zu kennen, welche während der Erdbeben am Barometer beobachtet wurden, und es zeigt uns die sechste Columne unserer Tafel die ansehnlichste derselben neben dem 9. Februar 1831 =7''',454. Diese Schwankung war *aufsteigend* und wurde vom 6. Februar Mittags bis zum 10. Abends vollendet. Die gröfseste unter den *niedersteigenden* Schwankungen ferner finden wir neben dem 17. März 1827. Sie beträgt 7''',349, und dauerte vom 17. Mittags bis zum 18. Nachts. An dem oft erwähnten 6. März 1823 stand das Barometer auf einem Minimum, und am Tage vorher, während des starken Erdstofses, sank es fortwährend; allein die Gröfse der ganzen Oscillation, welche vom 1. bis zum 6. dauerte, war nicht stärker als 5''',226. Vergleichen wir nun aber diese angegebenen Gröfsen mit den Gränzen, innerhalb

welcher sich die Schwankungen des Barometers zu Palermo nach 20jährigen Mitteln in den verschiedenen Monaten überhaupt bewegen können, so erscheinen sie äusserst unbedeutend. Denn z. B. im März ist der Zwischenraum zwischen dem mittleren Maximum und Minimum des Barometerstandes = 16''',326; im Februar ferner beträgt derselbe 14''',864, und eine nur wenig anhaltende Durchsicht von Hrn. Cacciatore's Beobachtungs-Journalen belehrte mich, dafs Schwankungen von 6''' bis 8''' im Barometerstande, welche in Zeit von zwei bis drei Tagen vollendet werden, zu Palermo, vorzugsweise in den angeführten Monaten, keinesweges zu den Seltenheiten gehören. Wir dürfen es daher hier noch füglich als eine Thatsache aussprechen:

»dafs die Schwankungen des Barometers während der Erdbeben zu Palermo in den letzten 40 Jahren sich niemals aufserhalb der Gränzen der auch aufserdem gewöhnlichen Barometer-Oscillationen entfernt haben, ja dafs sie sogar in den meisten Fällen sehr unbedeutend waren.«

Wir müssen nun also demnach hier aufrichtig bekennen, dafs die im Vorliegenden versuchten Forschungen über den Zusammenhang, welchen das Verhalten des Barometers etwa mit dem Eintreten der Erdbeben zeigen könnte, nur zu negativen, oder doch zu diesen sehr nahe stehenden Schlufsfolgen geführt habe. Weder in dem relativen Stande des Barometers, noch in der Richtung seiner Bewegungen, noch in der Gröfse seiner Schwankungen ist es uns gelungen, etwas Eigenthümliches oder Aufserordentliches nachweisen zu können, und wir wissen nun allerdings nicht, wie anders diese Beziehungen vielleicht noch zu suchen seyn möchten. Nichts destoweniger bleibt die Frage über die mögliche Verbindung von dem Zustande der Atmosphäre mit den Vorgängen im Innern der Erde von zu anziehender Art, als dafs wir es nicht für belehrend halten sollten, einen Bei-

trag zur Lösung derselben wenigstens versucht zu haben. Allgemein glaubt man übrigens in allen diesen Ländern im Volke an das Daseyn eines solchen eben erwähnten Zusammenhanges, und abgesehen von den unsicheren Angaben, welche fast alle Berichte über Erdbeben von gleichzeitig in der Atmosphäre beobachteten ungewöhnlichen Erscheinungen enthalten, ist es nichts Ungewöhnliches, hier aus Witterungsverhältnissen, Nebeln, Winden, ungewöhnlichem Ansehen der Abendröthe u. s. w., den Schlufs machen zu hören, dafs man Ursache habe, sich vor Erdbeben zu fürchten, so unsicher auch diese Prophezeiungen freilich in den meisten Fällen wohl seyn mögen. Bei den so eben zu Rathe gezogenen 57 genauer beobachteten Erdbebenfällen wenigstens habe ich vergeblich gesucht, irgend eine Witterungs-Erscheinung aufzufinden, welche sich mit denselben möglicherweise hätte in irgend eine wahrscheinliche Verbindung können bringen lassen. Die Erdstöfse erscheinen hier bei heiterem oder bedecktem Himmel, bei kaltem oder heifsem Wetter, vor oder nach Regen, und mit oder ohne ihn. Ja selbst die Stärke oder Richtung des Windes scheint vom Auftreten derselben vollkommen unabhängig, und diefs ist zugleich auch die Meinung aller unterrichteteren Personen, welche Gelegenheit hatten, in verschiedenen Theilen der Insel das Vorkommen von Erdstöfsen zu beobachten *). Zwar scheint diefs zu Palermo bei

*) Sehr anziehend und mit ruhiger Kritik ist in dieser Beziehung ganz besonders ein von Hrn. Domenico Scinà verfafster Bericht geschrieben, welcher die Erscheinungen der zahlreichen Erdstöfse schildert, die in den Jahren 1818 und 1819 in den Umgebungen der Madonien-Kette so grofse Beunruhigungen veranlafsten (*Rapporto del Viaggio alle Madonie, impreso per ordine del Governo in occasione de' tremuoti colà accaduti nel* 1818 *e* 1819). Diese Erdstöfse beschränkten sich auf den Flächenraum von wenigen Quadratmeilen, und nur zwei derselben, vom 8. September 1818 und 25. Februar 1819, pflanzten sich schwach bis zu dem etwa acht geogr. Meilen von dem Fufse des Gebirges entfernten Palermo fort. Alle Bergstädte, welche

vorübergehender erster Ansicht der hier eben betrachteten Erdbebenfälle nicht ganz zuzutreffen, denn von 57 sehen wir 17 bei NO. und 15 bei Südwestwind, mithin fast die Hälfte von allen bei diesen beiden angegeben *), doch vermindert sich das Auffallende dieser Erscheinung, wenn wir berücksichtigen, daſs gerade dieſs auch, vermöge der Lage von Palermo, die Richtung des hier bereits äuſserst fühlbaren Wechsels von den wenigstens sechs Monate im Jahre hindurch wehenden Land- und Seewinden sey, welche sehr leicht in den niedrigeren Luftschichten über die im Allgemeinen durchstreifenden Winde die Oberhand gewinnen. Die letzteren insbesondere sind immer vorwaltend NO. (siehe *Scinà Topo-*

dort vereinzelt auf kegelförmigen Gipfeln, und fast alle in der ungewöhnlichen Meereshöhe zwischen 3000 und 4000 Par. Fuſs liegen, während die benachbarten Bergrücken sich bis zu 6000 Fuſs erheben (der Pizzo di Palermo nach meiner Messung 5935′, der nahe Pizzo dell' antenna nach Hrn. Scinà 6180′ Par.), litten dabei beträchtliche Beschädigungen, groſse Felsblöcke rollten von den Bergen herunter und der Erdboden spaltete sich an mehreren Stellen. Nichts destoweniger zeigte sich weder vor oder nachher, noch innerhalb der etwa sieben monatlichen Dauer der Erdstöſse irgend eine auffallende Erscheinung in dem Gange der Witterung, und der Verf. drückt sich am Ende seiner Schilderung über diesen Gegenstand in folgender anziehenden Weise aus: *I tremuoti sono accaduti a ciel sereno o nuvoloso, in tempo caldo o freddo, colla pioggia e senza, e spirando questo o quel vento. Ciò non pertanto non vi era persona, che non spiasse di continuo il cielo e l'aria, e ciascun paese parea abitato di Aerimanti. Poichè dal fosco dell' aria, o dalla figura e color delle nubi, o da altri simili segni si lusingavano di ricavare gl'indizj per loro certissimi degl'imminenti tremuoti.*

*) Die Windrichtungen, welche sich bei den eben erwähnten Erdbeben angegeben finden, sind folgende:

Nordwind	(Tramontana)	in 1 Falle	Südwind	(Mezzogiorno)	in 1 Falle
Nordost	(Vento Greco)	- 17 Fäll.	Südwest	(Libeccio)	- 15 Fäll.
Ost	(Levante)	- 3 -	West	(Ponente)	- 11 -
Südost	(Soirocco)	- 2 -	Nordwest	(Maestro)	- 7 -

grafia di Palermo, p. 137), die erstere theils SW., theils westlich.

Am Schlusse dieser Darstellung endlich scheint es mir nicht ganz unwesentlich, noch einige Worte über die *Richtungen* der zu Palermo beobachteten Erdbeben hinzuzufügen.

Denn zur Ausmittelung dieses merkwürdigen Verhältnisses hat Hr. Cacciatore ein sehr wohl ausgedachtes einfaches Instrument angegeben, welches er *Sismometer* oder *Sismograph* (von σεισμὸς, Erschütterung) nennt, und man in Fig. 1 Taf. III abgebildet findet. Das Ganze ist ein flaches, kreisrundes Becken von etwa 10 Zoll im Durchmesser, dessen Seitenwände in gleicher Höhe und in gleichen Abständen von acht Löchern durchbohrt sind. Auf der Aufsenseite umgiebt dasselbe ein ringförmiger Wulst, welcher von eben so vielen Rinnen, die den Löchern entsprechen, durchfurcht ist. Diefs Alles ruht auf einer massiven Scheibe, welche zugleich acht kleine Becher trägt, die den Rinnen untergestellt werden. Man giefst nun jenes Becken voll Quecksilber, orientirt es mit seinen acht Löchern nach den Weltgegenden, und stellt es an einem vor zufälligen Erschütterungen gesichertem Orte auf. Hr. Cacciatore hat das Exemplar seines Sismometers, nach welchem diese Zeichnung gemacht ist, von Buchsbaum ausführen lassen, und die ganze Aufstellung desselben auf einer dicken Holzplatte, die sich etwas verzogen hatte, sah nur sehr roh und plump aus; doch leistet diefs Instrument ungleich mehr als die sonst zu demselben Zweck in Italien übliche Vorrichtung, bestehend in einem Pendel, dessen Gewicht unten mit einer Spitze versehen ist, welcher man eine Schale voll feinen Sandes so untersetzt, dafs die Spitze dieses an einem Faden hängenden Loths darauf schreiben kann, sobald sie in Bewegung gesetzt wird.

Mit Hülfe dieses Sismometers fand sich nun in 27 Fällen eine bestimmt ausgedrückte lineare Fortpflanzung

der Erdstöfse mit Sicherheit angegeben, und es zeigte sich dieselbe zugleich auch auf eine merkwürdige Weise vertheilt nach den Weltgegenden. Es fand sich nämlich:

Die Fortpflanzung der Stöfse von S. nach N. in 4 Fällen
dieselbe von SW. nach NO. in 4 -
dieselbe von O. nach W. aber in 19 -

Unmöglich kann man hier wohl das so auffallende Vorwalten der Ostwest-Richtung bemerken, ohne nicht zugleich auch den Blick auf den ostwärts von Palermo gelegenen grofsen Heerd aller unterirdischen Bewegungen in der Feueresse des Aetna zu werfen. In der geradlinigen Entfernung von etwa 80 bis 90 ital. Miglien von Palermo gelegen, hat dieser nie alternde Vulcan seine Erschütterungen vielfältig bis hieher, und gewifs auch noch viel weiterhin, ausdehnen können. Zwar läfst sich dieser Zusammenhang durch Vergleichung der Geschichte von den Ereignissen am Aetna mit den Erdbebenperioden in Palermo nicht immer genau nachweisen *). Doch zuweilen ist eine solche Verbindung äufserst auffallend. So z. B. war von allen Eruptionen, welche der Aetna in den oft erwähnten 40 Jahren gemacht hat, keine ansehnlicher als jene von 1819, deren grofsartigen Lavastrom ich im Val del Bove zu bewundern Gelegenheit fand. Sie ward schon ein Jahr vorher durch heftige Erdbeben angekündigt, welche Catania in grofse Gefahr brachten, und zahlreiche, minder bedeutende Erdstöfse begleiteten sie und folgten ihr. Es scheint daher wohl keineswegs zufällig, dafs in dem Erdbeben-Verzeichnifs von Palermo bei allen Stöfsen, deren Richtung sich mit Bestimmtheit hatte angeben lassen, in den Jahren 1817 bis 1820 die

*) Der Aetna hatte während dieser Periode nicht weniger als fünf bedeutende Ausbrüche, nämlich: einen im Jahre 1792—1793, dann in den Jahren 1802, 1809, 1811 und 1819, und inzwischen war er noch sehr häufig in ansehnlicher Aufregung, von welcher ich das letzte Beispiel im Februar dieses Jahres aus der Ferne zu beobachten Gelegenheit hatte.

Angabe von Ost nach West oder von Südost nach Nordwest gemacht ist. Zwar wissen wir, dafs zwei derselben (die vom 8. Sept. 1818 und vom 25. Febr. 1819) ihren Ursprung nach den umsichtigen Nachweisungen des Hrn. Dom. Scinà (Vergl. *Viaggio alle Madonie etc. p.* 40) in viel geringerer Entfernung hatten, die andern aber, neun an der Zahl, sind zum Theil sicher dieselben, welche in der Umgegend des Aetna bemerkt wurden. Die Erdbeben, deren Centralpunkt Palermo selbst nahe war, wie namentlich das im März 1823, erschienen hier nur undulatorisch und succussorisch, und sie entbehrten daher einer deutlich ausgesprochenen Richtung. Wo ferner die von Süd nach Nord gegangenen vier Stöfse ihren ursprünglichen Sitz hatten, können wir aus Mangel vergleichender Nachrichten nicht angeben; gewifs aber erscheint es nicht zufällig, dafs drei Erschütterungen in dem gegenwärtigen Jahre, die vom 9. Febr., 30. Jun. und 2. Juli, ihre Richtung von Südwest nach Nordost zeigten; denn gerade dorthin war es, wo in etwa 70 ital. Miglien Entfernung sich der neue kleine Vulcan in dem Meere bildete, dessen vorübergehende Erscheinung die Aufmerksamkeit von ganz Europa erregt hat. Auch waren gerade, wie ich bereits anderweitig bemerkt habe, die Erdstöfse vom 30. Juni und 2. Juli dieselben, welche mit gröfserer Stärke an der dem neuen Vulcan gegenüberliegenden Südküste, bei Sciacca, bemerkt wurden.

III. *Ueber das im mittelländischen Meere entstandene vulcanische Eiland, genannt Corrao, Nerita, Isola Ferdinandea, Graham Island, Hotham Island und Julia, nebst einigen Nachrichten über kraterförmige Inseln ähnlichen Ursprungs.*

Die Bildung einer neuen Insel im Meere, sie mag nun durch Emporsteigen fester Gesteine, unter gewaltsamer Zerreifsung und Aufrichtung der ursprünglichen Felsdecke, oder auch nur durch Aufschüttung ausgeworfener lockerer Massen geschehen seyn, ist zwar im Vergleich mit den früheren Umwälzungen der Erdkruste eine kleinliche, in unseren Tagen aber, wo es der vulcanischen Thätigkeit kaum mehr gelingt, sich neue Auswege zur Oberfläche zu bahnen, eine so seltene Erscheinung, dafs sie schon darum allein das Interesse eines jeden Naturforschers in Anspruch nehmen mufs. Geschieht sie unter den ersteren Umständen, wiederholen sich dabei gewissermafsen vor unsern Augen die Vorgänge, von welchen die neuere Geologie mit so vielem Erfolg die gegenwärtigen Stellungs- und Lagerungsverhältnisse der Gebirge ableitet, so wird sie auch für die Theorie von Bedeutung, und eben deshalb haben es sich früher die Annalen zum Geschäft gemacht, die im Ganzen ziemlich vereinzelt stehenden Beispiele solcher geschichtlich nachweisbaren Hebungen zu sammeln und mitzutheilen *). In diese Klasse von Inselbildung ist nun freilich das Ereignifs, welches Gegenstand des vorliegenden Aufsatzes seyn soll, nicht zu setzen. Das Eiland, welches im verwichenen Jahre dem mittelländischen Meere entstieg, reiht sich vielmehr, so-

*) Im Bd. II (78) S. 308, 327, 443; Bd. III (79) S. 344 und Bd. XII (88) S. 506.

wohl seiner Bildung wie seiner ephemeren Existenz nach, ganz den Erscheinungen an, die zu wiederholten Malen zwischen den Azoren auftraten; kein Fels ward gehoben, sondern, so weit die Beobachtung reichen konnte, das Ganze nur durch Aufschüttung ausgeworfener lockerer Massen gebildet. Wie aber wohl nicht zu bezweifeln steht, dafs es, neben der Stärke der vulcanischen Kräfte, nur von der Beschaffenheit und Mächtigkeit der zu zersprengenden Decke, so wie von der Tiefe des Meers am Orte des Ausbruchs abhängt, unter welcher Gestalt eine Erscheinung dieser Art auftreten soll; so könnte es auch wohl seyn, dafs das, was bei dieser, wie bei andern Inseln gleichen Ursprungs, sichtbar ward, nur die Spitze eines Pic im Innern eines in der Tiefe zurückgebliebenen Erhebungskrater war, ähnlich den Kegeln vieler Landvulcane, die, lägen sie im Meere, den Wellen eben so wenig auf die Länge widerstehen würden, wie es die meisten dieser Inseln vermocht haben. Noch die Geschichte von Santorin belehrt uns, dafs Hebungen und Zerreifsungen den Ausbrüchen und Aufschüttungen wirklich vorangegangen sind; indefs, wenn auch diese Erscheinungen keine Anwendung auf den uns beschäftigenden Fall gestatten sollten, wenn wir es hier nur mit Gebilden ähnlicher Art, wie der Monte nuovo, Monte rosso und andere in grofser Nähe oder am Fufse thätiger Vulcane entstandene Ausbruchskegel, zu thun hätten, bleibt doch das Hervortreten einer Insel, begleitet von den gewaltigsten Eruptionen, im Angesicht des civilisirten Europa's, immer merkwürdig genug, um in einer Zeitschrift, welche sich schon so oft den vulcanischen Phänomenen zugewandt hat, eine ausführliche Berücksichtigung zu finden.

Die Lage des neuen Eilands, mitten in einem viel befahrenen Meere, hat uns dasselbe sehr bald näher kennen gelehrt. Italiäner, Engländer und Franzosen haben es nach einander besucht und ihre Beobachtungen öffentlich bekannt gemacht. Es gereicht indefs dem Herausge-

ber zum besonderen Vergnügen, statt der von ihnen gelieferten Nachrichten, den Lesern den gewifs sehr treuen und weit ausführlicheren Bericht eines ihrer Landsleute, des Prof. Hoffmann, der seit länger als zwei Jahren Italien und besonders Sicilien zum Gegenstande seines geognostischen Studiums macht, vorlegen zu können. Was hier zunächst folgt, ist ein von Dessen Vater, dem Geh. Ober-Regierungsrath Hoffmann verfafster Auszug aus einem Bericht an Se. Excell. den Minister von Altenstein, und erschien bereits vor einiger Zeit in der Preufs. Staatszeitung; die zweite Abtheilung dagegen, nebst den zugehörigen Zeichnungen, ist entnommen aus einem noch ungedruckten Schreiben an den Herausgeber, von dem auch zur Vervollständigung des Ganzen die anderweitigen Nachrichten über das vielnamige Eiland, so wie die lehrreichen Notizen über einige kraterförmige Inseln hinzugefügt worden sind. Um die Lage des vielbesprochenen Inselchens anschaulich zu machen, ist übrigens auf Taf. II ein Theil der Karte wiedergegeben, welche hier vom statistischen Bureau nach den vom Prof. Hoffmann gelieferten Datis entworfen und herausgegeben worden ist.

Die westlichste Spitze Siciliens, das Cap *Boco*, dicht bei der Stadt *Marsala*, ist nur zwanzig geographische Meilen von *Ras-Adair* oder Cap *Bon*, das ist von dem Vorgebirge entfernt, welches den Eingang zu der Bai von *Tunis* auf der Ostseite begränzt. Die sicilische Küste bleibt auf einer Strecke von fünftehalb Meilen, vom Cap *Boco* bis zur *Punta di Sorella*, in derselben Entfernung vom Cap *Bon* auf der afrikanischen Küste; dann aber erweitert sich der Raum zwischen Sicilien und Afrika, indem die sicilische Küste sich nach Südosten wendet, während die afrikanische sich gegen Süden hinzieht. Im Anfange dieser Erweiterung, nur fünf Meilen südöstlich von der kürzesten geraden Linie zwischen Sicilien und

Afrika, fast in der Mitte zwischen beiden Ländern, doch letzterem näher, liegt die Insel *Pantellaria*, eiförmig, von Nordwesten nach Südosten kaum drei Meilen lang, und wenig über halb so breit. Der Hauptort der Insel, am Nordwestende derselben, ist etwa neun Meilen von der nächsten afrikanischen Küste, der Stadt Kalibia, viertehalb Meilen südöstlich von *Ras-Adair*, und etwa dreizehn Meilen von der nächsten sicilischen Küste, der *Punta di Sorella*, entfernt.

Pantellaria, obwohl Afrika so nahe, steht doch unter der Regierung Siciliens. Etwa 7000 christliche Einwohner bebauen den fruchtbaren Boden, der vorzüglich sehr schöne Rosinen und etwas Baumwolle zur Ausfuhr erzeugt. Die üppige Vegetation auch des unbebauten Landes veranlafst eine Kohlenbrennerei aus Myrthen- und Lentiscus-Sträuchern, wodurch *Malta* mit Brennmaterial versorgt wird. Dagegen baut die Insel nicht genug Getreide für ihren Bedarf, und hat nur Cisternen-Wasser. Gegen die Ueberfälle der Barbaresken sichert vorzüglich die Unzugänglichkeit der Küsten; der einzige sehr enge Hafen kann nur kleine Küstenfahrzeuge aufnehmen, und hat überdiefs einen gefährlichen, durch ein Kastell vertheidigten Eingang.

Die neue, von dem Professor Hoffmann angestellte Untersuchung hat bestätigt, dafs *Pantellaria* ganz vulcanischen Ursprungs ist; und es sind selbst drei verschiedene Ausbrüche kenntlich, wodurch die Insel ihre jetzige Gestalt erhalten hat. Die äufsere Einfassung derselben bildet ein niedriger Bergring, der am Nordwest- und Südost-Ende am vollkommensten erhalten ist, dessen Zusammenhang sich aber auch an den andern Küstentheilen noch nachweisen läfst. Dieser Ring wird fast ausschliefslich von zahlreich über einander geflossenen Bänken einer eigenthümlichen Trachyt-Lava gebildet, deren lichtgrüngraue Grundfarbe und fast durchgängig gneufsähnlich flasriges Gefüge sie vor allen bis-

her bekannten Laven auszeichnet. Aus dem inneren Raume dieser Einfassung, wie aus dem Boden eines ungeheuren alten Kraters, erhebt sich nun die Hauptbergmasse der Insel, deren Gipfel bis zu 2000 Fufs über die Meeresfläche aufsteigt, und welche ganz aus einer ungeheuren Anhäufung von Bimstein, und sehr zahlreich aus den Seitenwänden hervorgedrungenen Lavaströmen besteht, deren vorherrschende Masse stets der bei andern Vulcanen so seltene Obsidian ist. Viele dieser Laveströme liegen noch in der ganzen furchtbaren Rauhheit ihrer ersten Entstehung. Auf dem Gipfel dieser Bergmasse, der nach Südosten sehr steil abstürzt, ist vergebens nach Spuren eines Kraters gesucht worden; aber oben auf jener eingestürzten Südostseite desselben liegt ein kegelförmiger, 1600 Fufs hoher Berg, der offenbar durch einen vulcanischen Ausbruch gebildet, und dessen Krater noch sehr kenntlich ist. Aus den Seitenwänden der Bergmasse dringen überall noch gegenwärtig sehr heifse Wasserdämpfe, und am Fufse derselben entspringen zahlreiche heifse Mineralquellen, von zum Theil ungewöhnlichem Wasserreichthum. Eine Ansammlung derselben bildet einen ungemein malerischen und durch erhöhte Temperatur bezeichneten Salzsee von etwa 6000 Fufs Umfang, dessen steil abgestürzte Einfassungen sehr lebhaft an den Anblick des Vesuv-Kraters erinnern. Eine dritte, und dem Anschein nach jüngste Bildung besteht aus sehr ausgedehnten Lavaströmen, welche auf dem alten, die Insel umgebenden Bergringe liegen. Die kegelförmigen Erhebungen, woraus diese Laven flossen, sind aus schwarzen, sehr eisenreichen Schlacken zusammengefügt, und noch im hohen Grade wohl erhalten. Die Laven selbst gleichen so sehr den ganz glasfreien Aetna-Laven, dafs man fast versucht seyn könnte, sie für gleichzeitig zu achten, obgleich keine Nachricht vorhanden ist, dafs in geschichtlich bekannten Zeiten auf Pantellaria noch Lava geflossen sey.

Auch derjenige Theil der Küste Siciliens, welcher Pantellaria gegenüber liegt, trägt nicht minder Spuren einer vulcanischen Wirksamkeit. Näher besonders ist die Gegend um die Stadt *Sciacca* untersucht worden, aus deren Hafen unsere Naturforscher zu ihren Beobachtungen ausgingen. Die Umgebungen von Sciacca haben einen aufserordentlichen Reichthum an heifsen Schwefelquellen, deren Hitze bis zu 45° R. steigt. Sie fliefsen am unteren Rand einer steilen Felswand hervor, welche unmittelbar darüber im *Monte di San Calogero* bis zu 1000 Fufs über der Meeresfläche ansteigt, und aus sehr festem, aber spaltenreichem Secundär-Kalkstein besteht. Auf dem Gipfel dieses Berges, bei der Kirche gleiches Namens, brechen aus zahlreichen Klüften heifse Wasserdämpfe in sehr grofser Menge hervor, welche zu roh eingerichteten Dampfbädern benutzt werden. Hieraus wird es unzweifelhaft, dafs sich unter dem Kalkfelsen dieser Küstengegend in verhältnifsmäfsig geringer Tiefe eine Werkstätte vulcanischer Thätigkeit befindet; obwohl sich an der Oberfläche derselben nirgend Gebirgsarten vulcanischen Ursprungs zeigen. Die Einwohner von *Sciacca* verdanken selbst dieser Nachbarschaft grofser Ableitungskanäle für die unterirdischen Dämpfe und Gasarten die Seltenheit und geringe Wirkung der Erdbeben, welche andere Gegenden Siciliens so oft und so verheerend heimsuchten. Von 1740 bis 1816 haben dieselben, ihren eigenen Mittheilungen nach, niemals Erdstöfse empfunden. Im letztgenannten Jahre hatten die zu Sciacca verspürten Erdbeben die Eigenthümlichkeit, dafs sie aus einem drei Tage lang anhaltenden, fast ununterbrochenen Zittern der Erdfläche bestanden, das von unterirdischem Donner begleitet wurde, aber durchaus keine nennenswerthe Beschädigung anrichtete. Von dem heftigen Erdbeben im J. 1818, welches so viele Gegenden Siciliens, und insbesondere *Catania* auf der Ostküste der Insel, in Schrecken setzte, empfand Sciacca durchaus

nichts. Erst am 28. Jun. des gegenwärtigen Jahres (1831), und täglich in den vier nächstfolgenden Tagen, wurden wieder Erdstöfse verspürt, wovon die bei weiten stärksten am 30. Jun. und 2. Jul. sich ereigneten. Diese beiden wurden auch in Palermo bemerkt, und zwar der stärkste Stofs am 2. Juli bestimmt in der Richtung von Südwest nach Nordost, das ist in der Richtung von der neuen Erscheinung her, deren Verhältnisse nunmehr beschrieben werden sollen. Es kann hierüber um so weniger eine Täuschung stattfinden, als die Beobachtung auf der Sternwarte zu Palermo zu einer Zeit, wo noch Niemand eine Ahnung von dem Entstehen eines neuen Vulcans hatte, und mit dem Instrument gemacht wurde, welches der rühmlichst bekannte Vorsteher derselben, Hr. Cacciatore, bereits seit neun Jahren sinnreich angeordnet hat, um die Richtung nicht blofs oscillirender Erdstöfse genau anzugeben *).

Das mittelländische Meer zwischen dem Westende Siciliens und der gegenüberliegenden tunesischen Küste, obwohl für die schwersten Dreidecker fahrbar, und der gewöhnliche Weg der westeuropäischen Handels- und Kriegs-Flotten in die Gewässer der Levante, enthält dennoch den besten Karten nach viele mehr oder weniger ausgedehnte Stellen, welche sich durch eine geringere Tiefe auszeichnen. Eine solche Stelle liegt auch ungefähr elf geogr. Meilen von Pantellaria und etwa achtehalb Meilen von Sciacca entfernt, auf der Nordseite der geraden Linie zwischen beiden, also beinahe südwestlich von Sciacca. Da Sciacca in gerader Linie 19 Meilen in südwestlicher Richtung von Palermo entfernt ist, so liegt diese Untiefe beinah südwestlich von Palermo. Sie war den Seeleuten in dieser Gegend längst bekannt, und Schiffe aus Trapani haben dort jährlich den Korallenfang betrieben, der überhaupt auf den minder tiefen Stellen der umliegenden Meere stattfindet. Die Tiefe des Was-

*) Man sehe die vorhergehende Abhandlung, S. 62. P.

sers über ihr wird auf der im J. 1826 im *Uficio topografico* zu Neapel herausgegebenen Karte von Sicilien zu 17 bis 22 Toisen angegeben, und es ist wahrscheinlich dieselbe, welche der Capitain Smyth in seinem Küsten-Atlasse von Sicilien mit dem selbst gewählten Namen: *Banco Nerita*, bezeichnet.

Hier, fast mitten zwischen dem ganz vulcanischen *Pantellaria* und den heifsen Quellen *Sciacca's* ist nun der neue Ausbruch im Meeresboden erfolgt, welchen die Erdstöfse seit dem 28. Juni ankündigten, und der wahrscheinlich unmittelbar nach dem letzten derselben am 2. Juli erfolgte. In einem so engen und so stark befahrenen Meerestheile konnten seine Wirkungen nicht lange unbemerkt bleiben. Der erste Augenzeuge davon war der Führer der sicilianischen Brigantine *il Gustavo*, Namens Francesco Trefiletti, welcher am 12. Juli von Malta, das er am 6. Juli verlassen hatte, in Palermo ankam. Er segelte am dritten Tage seiner Fahrt, also am 8. Juli, bei der beschriebenen Stelle vorüber. Bald nach Mittage bemerkte er, damals in einer Entfernung von drittehalb Meilen nordwestlicher Richtung von sich, eine grofse sich erhebende Wassermasse, und steuerte darauf hin, um sich zu überzeugen, ob er auch richtig sehe. Als er sich der Erscheinung bis auf drei Viertelmeilen genähert hatte, vernahm er ein donnerähnliches Getöse. Gleich darauf erhob sich eine schwarzgefärbte Wassermasse anscheinend bis auf eine Höhe von 100 Palmen oder 82 preufsischen Fufsen, und ihre Breite schien ihm ansehnlicher als ein Linienschiff. Das Wasser sprudelte etwa zehn Minuten lang aufwärts, und sank dann wieder, während sich aus ihm eine dicke Rauchwolke entwickelte, welche den ganzen Horizont einhüllte. Dieselbe Erscheinung wiederholte sich auf derselben Stelle in Zeitabständen von 15, 20 bis 30 Minuten. Die Aufregung des Meeres war selbst in dem Abstande des Schiffs noch sehr merklich. Auf der Oberfläche des Wassers

schwammen zahlreich, bereits todte oder nur noch halb lebende Fische, welche der Schiffsführer, als er sich wieder entfernte, noch sieben Viertelmeilen weit von dem Ausbruchspunkt bemerkte. Bis in die Nacht hinein wurden vom Schiffe aus dieselben Erscheinungen in gleichen Abwechslungen gesehen, und erst in einer Entfernung von fast vier Meilen verloren sie sich ganz aus dem Gesichte dieses ersten Beobachters der hier ganz unerwarteten Erscheinung. Er bemerkte selbst im Dunkeln keine Spur eines Feuerscheins; doch hörte er das Donnergetöse noch bis etwa um 5 Uhr Morgens in einem Abstande von fünf Meilen.

In Sciacca hatte man gleichzeitig noch gar keine Ahnung von dem Daseyn dieser Ereignisse, sowohl weil dieselben zu dieser Zeit auf eine Entfernung von achtehalb Meilen noch nicht bemerkbar waren, als auch weil selbst noch in den folgenden Tagen ein ungewöhnlich trüber Horizont die weite Aussicht auf das Meer verbarg. Am 12. Juli gegen Morgen bemerkte man zuerst eine grofse Menge kleiner Schlackenstücke auf den Wellen schwimmend, welche ein frischer Südwestwind an die Küste trieb. Die Fischer, welche in See gingen, fanden in geringer Entfernung das Meer so dicht damit bedeckt, dafs sie genöthigt waren, sich mit dem Ruder Platz dadurch zu machen. Niemand wufste, woher diese hier ganz unbekannten, so leichten auf dem Wasser schwimmenden Steinbrocken kamen; und mit nicht minder grofser Verwunderung sahen die Fischer, welche sich weiter von der Küste entfernten, eine Menge frisch getödteter grofser Fische umhertreiben, von welchen sie viele aufsammelten und nach Sciacca zum Verkauf brachten. Endlich gewahrte man am 13. mit Tagesanbruch eine hochaufsteigende Rauchsäule am Meereshorizont, und am Abend sah man Feuererscheinungen darin, welche die Bewohner Sciaccas nicht mehr zweifeln liefsen, dafs ein neuer Vulcan sich gebildet habe.

Als diese Nachrichten in Palermo angekommen und glaubhaft bestätigt worden waren, reisten die eben daselbst anwesenden deutschen Naturforscher, Professor F. Hoffmann aus Halle, Hr. Escher aus der Schweiz, und die DDr. Philippi und Schultz aus Berlin, ungesäumt nach Sciacca, wo sie am 20. Juli anlangten. Schon fünftehalb Meilen von der Stadt, als sie den Kamm der nackten Kalkberge zwischen Contessa und Sambucca in ungefähr 1500 Fufs über der Meeresfläche überschritten, und von Palermo aus das Land in gerader Richtung durchschneidend, den freien Anblick auf das Meer an der Südwestküste Siciliens gewannen, entdeckten sie am fernen Horizont die weifse Rauchwolke, worin, als es dunkler geworden war, zuweilen helle Feuerstrahlen aufblitzten, welche die vollkommenste Aehnlichkeit mit dem Wetterleuchten hatten, wie es in Sommerabenden in Deutschland öfter wahrgenommen wird.

In Sciacca sahen und untersuchten sie die Schlakkenstückchen, welche am 12. Juli angetrieben waren, und an einigen Stellen auf dem feinen Meeressande eine Anfschüttung von vier Zoll Dicke bildeten. Die Stücke hatten mehrentheils nur die Gröfse einer Haselnufs, und sehr wenige stiegen bis zur Faustgröfse heran. Sie bestanden vorherrschend aus einer schwammigen, sehr feinblasigen, lichtgrauen Schlacke, durchaus *ohne Bimstein*, aber stets verwachsen oder streifenweise durchzogen mit kleinen, derben, schwarzen Lavastückchen, worin man mit der Lupe zuweilen schwarze, glänzende Körner, wahrscheinlich die in den weifsen Laven häufig vorkommenden Augitkrystalle entdeckte. Frisch aufgebrochen entwickelten sie einen lebhaften Schwefelwasserstoffgeruch. Eben diesen Geruch hatte man auch in Sciacca wahrgenommen, als der Wind von dem neuen Vulcan herwehte; und man zeigte noch mehrfältig silberne Geräthe, die deutlich von den Gasarten angegriffen waren, welche dieser Wind herbeiführte.

Auf einer frei gegen das Meer liegenden Terrasse versammelten sich gewöhnlich die Einwohner in der Abendkühle zahlreich, den Blick gegen die von Blitzen durchzuckte Rauchsäule gerichtet, und in ahnungsvoller Stille auf das sehr häufig herübertönende donnerähnliche Getöse horchend, das zuweilen wohl eine Viertelstunde lang und darüber ununterbrochen anhielt. Aber wie sehr auch diese Erscheinungen die allgemeine Aufmerksamkeit erregten, so hatte doch noch keiner von den funfzehntausend Einwohnern dieser Stadt eine kurze Seereise unternehmen wollen, um die Beschaffenheit dieses merkwürdigen Gegenstandes näher zu erforschen. Und unsere Reisenden fanden erst nach dreitägigem ämsigen Unterhandlungen, und nur mittelst der dringenden Empfehlungen, welche sie aus Palermo von dem Hrn. Duca di Serra di Falco an die Beamten der Königlichen Dogana zu Sciacca überbrachten, die Möglichkeit, ein Küstenfahrzeug aus Trapani zu der Ueberfahrt an die Stelle des Ausbruchs und bis Pantellaria zu miethen, womit sie am 23. Juli spät Abends in See gingen. Der sehr schwache Wind brachte sie erst am folgenden Tage um drei Uhr Nachmittags der Erscheinung so nahe, dafs sie aus einer Entfernung von fünf Viertelmeilen die neugebildete Insel, aus der die Rauchsäule aufstieg, entdecken konnten; derselbe erleichterte aber nunmehr eine behutsame Annäherung und das Verweilen dabei. Sie näherten sich ihr vom Norden her bis auf drei Viertelmeilen, dann umlenkend von Westen her zuletzt bis auf eine halbe Viertelmeile; und dachten, da sie das Meer so ruhig und nicht über 21° R. erwärmt fanden, selbst an die Möglichkeit, mittelst des Schiffbootes zu landen, als ein Ausbruch, welcher sogleich beschrieben werden soll, sie von der Gefahr einer gröfseren Annäherung überzeugte.

Sie waren indessen nahe genug daran, deutlich zu erkennen, dafs die Insel, welche sie vor sich sahen, nichts anderes als der Rand des Kraters war, dessen Wände

durch die aus ihm aufsteigenden Auswürfe allmälig über den Wasserspiegel erhöht worden waren. Diese Erhöhung erfolgte ungleichförmig. Sie war am stärksten auf der Ostseite, wohin der herrschende Westwind den Auswurf neigte, und erreichte dort eine Höhe von etwa 60 Fufs, niedriger nach Westen auslaufend war die Nordseite, noch niedriger die Südseite, welche nur sehr wenig über die Wasserfläche hervorragte; und auf der Westseite war der Zusammenhang des Randes über der Oberfläche des Meeres nur mit Mühe zu erkennen. Die Stellung des Schiffes eben auf dieser Seite machte es daher möglich, das Innere des Oberendes der gegenüberstehenden höheren Theile dieses Kraters zu erblicken, und dessen Durchmesser auf etwa sechshundert Fufs zu schätzen, während der äufsere Durchmesser der Insel auf der Ebene des Wasserspiegels ungefähr achthundert Fufs zu enthalten schien. Der ganze Rand schien nur lose aufgeschüttet zu seyn, von schwarzen Schlacken und Rapilli-Massen. Die Reisenden vergleichen ihn mit dem Saume des hohen Aschenkegels des Aetna, oder mit der Spitze des Monte rosso bei Nicolosia.

Aus diesem Krater stiegen ununterbrochen mit grofser Heftigkeit, jedoch geräuschlos, Dämpfe hervor, gleichsam in grofse Kugeln geballt, welche sich im Emporsteigen entfalteten, und blendendweifs im Sonnenschein, wie grofse Schneemassen oder Ballen frischer Baumwolle übereinander gehäuft, die ungeheure, zweitausend Fufs hoch geschätzte Rauchsäule bildeten, welche unausgesetzt den Ort ihrer Entstehung bezeichnete. In Zeitabständen von etwa zwei bis drei Minuten fuhren durch die glänzendweifse Hauptmasse schwarze Schlackenwürfe. Die durch einander getriebenen Dampfwolken wirbelten dann heftiger, rollten anscheinend bis zur Oberfläche des Wassers herab, und umhüllten die Insel so, dafs die Dampfsäule mit dem Wasser in unmittelbarer Verbindung zu stehen schien, bis der Wind sie wieder zerstreute.

Als die Reisenden in der Nähe von einer halben Viertelmeile sich dieses prächtigen Anblicks erfreuten, trat plötzlich eine andere Gestaltung desselben hervor, welche den Eindruck der ersteren noch bei weiten überbot. dichten Dampfwolken folgte ein so gedrängt dichter und anhaltender Auswurf von Schlacken, Sand und Asche, dafs die aus dem Krater mit reifsender Schnelligkeit aufwärtsströmende Masse ganze acht Minuten lang eine wohl sechshundert Fufs hohe Säule zu bilden schien, deren Obertheil sich garbenförmig ausbreitete. Indem die emporgetriebenen Massen aus dem Gipfel dieser Garben nach allen Seiten in engeren und weiteren Bögen herabfielen, wurden sie immerfort durch eben so dicht von untenauf nachschiefsende Massen gleicher Art ersetzt, und dadurch eben bei unausgesetzt schneller Bewegung die säulenförmige Gestalt der Erscheinung fortwährend erhalten. Die weitesten Bögen beschrieben die schwersten Steine; das Wasser spritzte hoch auf, indem sie in's Meer stürzten, und sie fielen so weit von der Insel noch so häufig nieder, dafs die Beobachter nun erkannten, welch dringender Gefahr sie ausgesetzt gewesen wären, wenn sie sich dem Vulcan nur wenige hundert Schritte mehr genähert hätten. Kein Theil der ausgeworfenen Masse erschien lichtglühend; die emporgeschleuderten Steine zeigten sich ganz schwarz, und wurden von breiten Sandstreifen begleitet, welche sie schienen mit sich in die Höhe gerissen zu haben. Keine Flammen fuhren aus dem Krater, auch war kein Leuchten in demselben erkennbar. Den Auswurf selbst begleitete kein Donner, und es war davon nur das Rasseln und Platzen der an einander schlagenden Steine und das Geräusch hörbar, welches die niederfallenden Aschen- und Sand-Massen verursachten, ähnlich dem Rauschen eines Hagelschauers oder heftigen Regens. Die emporgeschleuderten Steine schienen durchgängig nur von mäfsiger Gröfse zu seyn; wenigstens bemerkten die Reisenden keine Schlacken-Massen von sol-

chem Umfange, wie sie auf dem Kegel des Aetna zerstreut gesehen hatten. Gleichwohl schienen die ausgeworfenen Materien stark erhitzt zu seyn; denn überall, wo sie in das Meer fielen, entstand ein dicker Dampf, der bald die Insel selbst ihren Blicken entzog.

Während des ganzen Verlaufs dieses Auswurfs entwickelten sich aus dem oberen garbenförmigen Theile desselben eben solche blendenweifse Dämpfe, wie früher unmittelbar aus dem Krater, und diese bildeten über der dunkeln Säule des Auswurfs ganz in gleicher Art eine ungeheure lichte Rauchsäule. Aufserdem durchzuckten die dunkele Auswurfssäule zuweilen hellleuchtende Blitze, welchen, wie bei nahen Gewittern, unmittelbar ein starker und anhaltender Donner folgte. Die Blitze kamen, wie sehr deutlich bemerkt werden konnte, und auch bei andern vulcanischen Ausbrüchen beobachtet worden ist, durchaus nicht aus dem Krater, sondern zuckten freischwebend in allen Richtungen durch die Auswurfssäule, vorzüglich an deren oberen und Seiten-Theilen.

Nachdem der Ausbruch nachgelassen hatte, wendete sich das Schiff abwärts, um die Richtung nach Pantellaria zu nehmen. Aber der Wind war so schwach, dafs es sich sehr langsam von dem neuen Vulcan entfernte, der unmittelbar nach diesem Ausbruche klar und ruhig, wie vorher, vor unsern Reisenden lag. Aus gröfserer Entfernung von einer bis anderthalb Meilen beobachteten sie jedoch noch viele ähnliche Ausbrüche, wie der vorhin beschriebene, welche in ganz ungleichen Zeitabständen auf einander folgten, und um Mitternacht sahen sie, noch immer aus derselben Entfernung, einen besonders starken Ausbruch, der volle drei Viertelstunden anhielt, und so häufig hell leuchtende Blitzstrahlen entwikkelte, dafs der dumpfrollende Donner, der sie stets begleitete, fast ununterbrochen ertönte. Aber auch hiebei ward keine andere Feuererscheinung und kein Leuchten des Kraters bemerkt.

[redacted]

Die Umstände, unter welchen der neue Vulcan entstand, und sein bisher beobachtetes Verhalten leiten auf die Vermuthung, dafs der Heerd seiner Thätigkeit zu tief liege, um Laven daraus bis zur Mündung seines Kraters zu erheben. Wahrscheinlich öffnen dieselben sich einen Ausweg durch seine Seiten unter der Meeresfläche; und es scheint sogar nicht unmöglich, dafs ein solcher Ausflufs bereits stattgefunden, als die vorstehend beschriebenen Beobachtungen gemacht wurden.

Palermo, am 22. Oct. 1831.

Seit der Nachricht von dem ersten Besuche, welchen unsere Gesellschaft bei der Neugebornen gemacht hat, ist sie häufig noch und vollkommener, als wir es zu thun im Stande waren, von Andern beobachtet und beschrieben worden. Am 2. August hatten die Engländer, nach allen Formen des Seerechts, von dem neu aufgetauchten Eiland Besitz genommen, und wir hörten ihre Kanonen-Salven, welche den Vorgang zu verkündigen bestimmt waren, sehr deutlich zu *Girgenti*, ohne zu ahnen wem sie gelten sollten. Nur zwei Tage darauf war es, am 4., als Don Carlo Gemellaro von *Catania* sich der merkwürdigen Erscheinung, von *Sciacca* aus, bis auf wenige hundert Schritt Weite näherte, und, vom Winde und den Wellen begünstigt, die Form und die Verhältnisse derselben in einigen sehr wohl gelungenen Zeichnungen auffafste, die wir flüchtig zu Girgenti gesehen haben.

Das Wichtigste, was wir Neues daraus abnehmen konnten, war zu bemerken, dafs der Krater-Rand des bedeutend vergröfserten Schlacken-Kegels, dessen Gipfel damals bereits etwa hundert Fufs über dem Meeresspiegel hervorragte, nicht vollkommen, wie wir geglaubt hat-

ten, geschlossen sey. Seine ringförmige Einfassung zeigte nämlich an der Nordost-Seite eine tiefe und mit unbedeutenden kleinen Inseln besetzte Lücke, welche dem Meerwasser zu dem Rauchfange des Vulcans freien Zutritt gestattete. Jedesmal, wenn nach Zwischenräumen der Ruhe neue Ausbrüche sich ankündigten, beobachtete Don Carlo sehr deutlich, dafs das Wasser erst in hochaufgethürmten Wellen schäumend aus dem Innern herausstürzte, und dann folgte das Aufsteigen jener so grofsartig bewegten Aschen-Säule mit ihren raketenähnlichen Steinwürfen. Im Uebrigen waren die Nachrichten unseres Freundes über die Beschaffenheit und die Ausbruchs-Erscheinungen der Insel, welche er *Isola vulcanica di Ferdinando II.* genannt hatte, vollkommen mit den von uns gemachten Bemerkungen übereinstimmend, und wir wissen nicht, ob wir am 24. Julius vielleicht die eben erwähnte Lücke in dem Krater-Rande nur übersehen haben, oder ob sie etwa später erst entstanden sey. Denn der Wind trieb zur Zeit unseres Besuches den Dampf und die Aschen-Masse nach der Ost-Seite, und verhinderte dort vollständig jede Wahrnehmung.

Hr. Carlo Gemellaro hat seitdem, am 28. August, zu Catania, wie wir hören, eine zum Druck bestimmte öffentliche Vorlesung gehalten, in welcher er die Resultate seiner Beobachtungen über den eben erwähnten Gegenstand vorlegte, und wir zweifeln nicht, dafs sein Vortrag noch viele anziehende und wissenswerthe Bemerkungen enthalten habe, da der Verfasser mit den Erscheinungen, welche vulcanische Eruptionen darbieten, in so hohem Grade, durch Erfahrungen am Aetna, vertraut ist. Leider ist ihm indessen von hier aus die Erlaubnifs, das öffentlich Gelesene bekannt machen zu dürfen, durch den Einflufs einer nicht genug zu rügenden Eifersucht, für's Erste verweigert worden, und ich kann Dir daher gegenwärtig, mein lieber Freund, nur diefs sehr oberflächliche Ergebnifs einer flüchtigen Unterredung mitthei-

theilen, welche wir mit Hrn. Gemellaro am Tage nach seiner Rückkehr von Sciacca hatten.

Spätere Nachrichten haben uns *hier* wenigstens von den ferneren Erscheinungen an der Vulcan-Insel nur sehr wenig und durchaus nichts Genaues in Erfahrung bringen lassen. Durch einen am 26. September in der Palermitaner Zeitung (*La Cerere*) bekannt gemachten Artikel erfuhren wir, dafs am 12. August schon die bisher ununterbrochen aufsteigende Rauchsäule aufhörte von den Küsten Siciliens aus sichtbar zu werden *).

Am 25. August endlich wagten es zuerst einige Sicilianer aus Sciacca in Gesellschaft eines Engländers (Namens John Wright) einen Ausflug nach der ruhig gewordenen Feueresse zu machen, und sie landeten ohne Schwierigkeit an der Sciacca gegenüberliegenden Nordostseite, an einer *spiaggia* (flachem Strand), welche aus Sand und Lapilli gebildet wurde. Aus dem sehr undeutlich verfafsten Berichte, welchen diese Personen hieher sendeten, geht hervor, dafs sie etwa bis zur halben Höhe der Insel aufstiegen und dann in das Innere ihres ausgebrannten Kraters hineinsahen. Sie beschreiben denselben als eine abschreckend zerrissene, rauhe Ebene, in welcher sie etwa in gleichem Niveau mit dem Meeresspiegel zwei kleine Lagunen entdeckten. Die gröfsere derselben hatte etwa hundert, und die kleine etwa vierzig Schritt im Umkreise, und sie standen mit einander durch einen kleinen Kanal in Verbindung. Die Wassermasse, von welcher diese Lagunen erfüllt waren, be-

*) Vielleicht ist es nicht ganz unpassend hier noch zu bemerken, dafs am 1. August, auf der Rückreise von Sciacca nach Palermo, unser Reisegefährte, Dr. Philippi, diese Rauchsäule noch sehr deutlich von der Landstrafse bei Piana de' Greci, 16 Miglien von Palermo, gesehen hat. Dieser Standpunkt liegt, nach Messungen auf der Charte, in gerader Richtung etwa 60 italienische Miglien (60 auf den Grad) von dem Vulcane entfernt, und ist etwa 2300 Fufs Meereshöhe.

sals eine schmutzig gelbrothe Farbe, und sie zeigte sich in beiden in ununterbrochenem Aufwallen begriffen, wobei sich eine sehr große Dampfmasse entwickelte. Dieser Dampf endlich verhinderte auch die Reisenden, sich hinlänglich nähern und von dem Wasser etwas mitnehmen zu können. Sie beobachteten ferner noch an der Südwestseite der Insel, nahe dem Meeresspiegel, eine ansehnliche Spalte, aus welcher ein dichter schwarzer Rauch hervordrang, der sehr heftig nach Schwefel roch und das Athmen erschwerte; nahe dabei ferner sahen sie eine bedeutende Menge warmen Wassers hervorspritzen, welches sich schäumend etwa bis sechs Fuſs hoch erhob und in's Meer floſs. Die ganze Insel schien im Allgemeinen aus der Verbindung von zwei nahe gleich hohen Hügeln gebildet, deren einer gegen O. und der andere gegen W. lag, und den Umfang derselben schätzten die Besuchenden, wahrscheinlich viel zu groſs, auf etwa drittehalb Miglien. Von Sciacca aus, in etwa fünfundreiſsig italienische Miglien geradliniger Entfernung, konnten die beiden Gipfel der Insel und etwas Rauch in der Mitte sehr deutlich mit bloſsem Auge gesehen werden.

Am 26. wiederholten diesen Besuch von Sicilien aus noch zwei Engländer, und in der ersten Hälfte des Septempers endlich landeten dort zwei Mal Officiere von der Königl. neapolitanischen Marine, ohne daſs von den Bemerkungen derselben etwas Genaueres wäre bekannt gemacht worden. Diese Nachricht von so vielfach günstig ausgefallenen Versuchen, auf dem neuentstandenen Boden an's Land zu steigen, und die Hoffnung, seine Verhältnisse genauer untersuchen zu können, veranlaſsten uns, Hrn. Escher, Hrn. Philippi und mich, noch ein Mal uns im Laufe einer Reise durch den Westtheil Siciliens dem Meere zu vertrauen, und den Vulcan, den wir früher in seiner schönsten Blüthe gesehen hatten, nun auch in seinem erloschenen Zustande zu beobachten. Wir wählten uns deshalb zu Mazarra am 25. September eine Fischer-Barke mit

acht Ruderern, und nachdem wir eine Nacht hindurch auf dem Meere gewesen waren, traf uns der Morgen des 26. im Angesichte des lang ersehnten Gegenstandes. Wir näherten uns von der Nordseite und sahen einen schwarzen kleinen Bergrücken, dessen mittlere Höhe wir etwa zu 40 bis 50 Fufs hoch schätzten, von sehr geringer Längen-Ausdehnung über die Wellen hervorragen. Beide Enden dieses Bergrückens erhoben sich noch sehr merklich über der Mitte desselben (siehe die Ansicht Fig. 1 Taf. II), und sie bildeten, wie wir sehr bald näher ausmittelten, eine gegen Nordwest und eine andere gegen Südost gerichtete Hervorragung, von welchen uns die erste merklich höher als die letzte schien. Schon der erste flüchtige Anblick reichte hin, uns recht auffallend zu zeigen, wie sehr sich das Ansehn dieser Insel, seit dem ersten Besuche, den wir bei ihr machten, durch die nachfolgenden Ausbrüche verändert hatte. Vor Allem war die Westseite ihres Kraterrandes, welche im Julius noch kaum über dem Meeresspiegel hervorragte, gegenwärtig vollkommen zu der eben angegebenen Höhe aufgestiegen, und die Osthälfte dagegen schien sich erniedrigt zu haben, während in Südost sich der eben erwähnte Gipfel gebildet hatte.

Ein heftiger Scirocco, welcher bereits in der Nacht uns eine mühselige Schifffahrt veranlafst hatte, nöthigte uns bald, vorsichtig fortrudernd, unter der Nordwestspitze des Vulcans eine Zuflucht zu suchen, und wir näherten uns derselben, bis wir mit den Rudern in den Sand stiefsen. Sehr bald aber überzeugten uns die mehrfach vergeblich wiederholten Versuche unserer gutwilligen und furchtlosen Matrosen, dafs es unmöglich sey, des unruhigen Meeres und des aufgelockerten schlammigen Sandes wegen, der den Grund bildete, hier landen zu können, und wir mufsten uns daher mit der Anschauung dessen begnügen, was die sehr grofse Nähe aus der Barke uns zu beobachten gestattete. Im Heranfahren be-

reits hatten wir die Höhe der Nordwest-Spitze, unter der wir uns befanden, auf etwa 70 bis 80 Fufs über dem Meeresspiegel angeschlagen. Von ihr gingen sanfte Abhänge gegen Südwest und Nordwest hinunter (siehe die Ansicht Fig. 2 Taf. II), doch viel steiler, und wohl kaum noch ersteiglich, war der uns zugekehrte Abhang gegen Norwest. An der Basis desselben lag gegen das Meer hin ein beständig von den hinaufrollenden Wellen bewegter schwarzer flacher Strand vor, und das Anschlagen des aufgeregten Meeres an die Grundfläche dieses Abhanges hatte bereits den unteren Theil desselben, etwa 20 bis 30 Fufs hoch, fast senkrecht abgerissen, und fuhr fort, ihn in ähnlicher Weise zu bearbeiten. Diese so frisch vor unseren Augen gemachten Abstürze gaben eine sehr erwünschte Gelegenheit, uns von der inneren Beschaffenheit dieses Berg-Abhanges unterrichten zu können, und wir sahen evident, dafs er fast ganz nur aus locker über einander geschüttetem, grobem, schwarzem Sande bebildet werde, in welchem einige mäfsig grofse Schlackenstücke steckten. Die Sandmasse war durch die successive Aufschüttung ungemein schön in scharf abgeschnittene, fast immer etwa nur zwei bis drei Zoll dicke Schichten gesondert, und die sehr häufig weifs ausblühenden Salzkrusten, welche gewöhnlich zwischen zwei Schichtenplatten hervortraten, erhöhten durch ihren Contrast gegen die Farbe des Sandes aufserordentlich nett die Leichtigkeit, den schwach wellenförmigen Fortsetzungen der Schichtenlinien an dem Abhange mit den Augen zu folgen.

Endlich genöthigt, unseren Schlupfwinkel zu verlassen, blieb uns weiter nichts übrig, als die Insel jetzt so nahe und so langsam, als die Umstände gestatten wollten, umfahren zu lassen, und wir thaten diefs von Westen herum anfangend. Unter dem Andrange einer sehr heftigen Brandung sahen wir gegenwärtig am West- und Süd-Abhange die Einfassung der Insel überall wie be-

schrieben steil abgerissen, und das Anschlagen der Wellen legte stets neue Profile blos, die uns die Ansicht in ihr Inneres gestatteten. Ueberall sahen wir sehr deutlich nichts Anderes als *lose Sandmassen* (nie Lava), und die ausgezeichnete Schichtung derselben war namentlich an der Südwestseite (Fig. 3 Taf. II) so vollkommen und anziehend, dafs ich nicht umhin kann, Fig. 5 Taf. II eine von Freund Escher entworfene ungefähre Skizze derselben beizulegen. Oft sahen wir im Vorüberfahren grofse neu abgelöste Sandklumpen von den angegriffenen Abhängen herabrollen und theilweise in's Meer stürzen, theilweise als Staub von dem wirbelnden Scirocco in die Luft getragen. Ueberall war an der Basis der Steilküste ein mehr oder minder breites, vom Meere bespühltes flaches Vorland gebildet worden, und das Meerwasser war häufig noch auf mehrere hundert Schritte weit von demselben ganz dunkelfarbig von den aufgerührten Bestandtheilen des Bodens, den es der Insel eben entrissen hatte. Schon auf der Südwestseite bemerkten wir zuerst deutlich eine nach innen gehende Vertiefung in den ihr nahe liegenden Krater, welchen hier wahrscheinlich nur noch eine sehr schwache Wand gegen das Meer schützte. Diese Wand dampfte merklich, und auch dem Krater entstieg eine schwache Rauchwolke. Wir rochen hier einen schon mehrfach in gröfserer Entfernung von der Insel bemerkten mäfsigen Schwefelwasserstoffgeruch; doch viel merkwürdiger war uns Allen kurz vorher, an der Nordwest-Ecke, ein von Allen gleich auffallend bemerkter, hinlänglich starker Naphta- oder Bitumen-Geruch gewesen, welchen ich als eine seltene, nur unter solchen Umständen wahrgenommene Erscheinung hier besonders zu erwähnen nicht unterlassen möchte.

Nachdem wir die Südost-Spitze umfahren hatten, sahen wir uns endlich gegen Nordost der Stelle gegenüber, an welcher Hr. Gemellaro die oben erwähnte Lücke in dem Kraterrande bemerkt hatte. Sie ist ge-

genwärtig noch sicher ganz geschlossen; allein die Einfassung des Kraters, den man sehr deutlich dahinter liegen sieht (Fig. 4 Taf. II), ist hier bei weitem am niedrigsten, und ihr Abhang, dem Meere zu, setzt so sanft nieder, dafs sich hier eine von den Wellen weniger zerstörbare Böschung gebildet hat. Diese Stelle schien uns gegenwärtig die *einzige ersteigliche* der Insel, und von hier aus waren auch die früher erwähnten Personen zu dem Kraterrande gegangen. Allein gerade sie war zugleich im Augenblick unserer Anwesenheit die dem Andrange des Windes am stärksten preisgegebene, und eilig zogen wir von dort aus, ohne Hoffnung, den neuen Boden betreten zu können, mit der Richtung des Scirocco nach Sicilien hinüber.

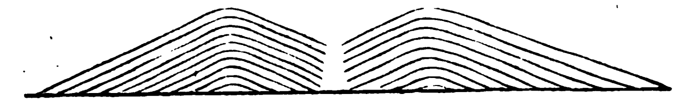
Diesen Bemerkungen über den Ausgang einer halbmifslungenen Unternehmung, ist es vielleicht nicht ganz überflüssig, noch folgende Betrachtungen, welche derselben gefolgt sind, hinzuzufügen. Zunächst in Beziehung auf die Gröfse des Umfanges der neuen Vulcan-Insel sind wir zwar nicht im Stande gegenwärtig genaue Angaben zu machen, doch sind wir Alle darin unter einander übereingekommen, dafs sie bei unserem letzten Besuche höchstwahrscheinlich schon wieder etwas kleiner war, als da wir sie zum ersten Male gesehen hatten. Der Durchmesser des erhöhten Theiles derselben betrug nach den Verhältnissen der Länge zu der Höhe bei den aufgenommenen Ansichten schwerlich mehr als höchstens das Fünffache von der Höhe der Nordwestspitze, und kann also ziemlich wahrscheinlich auf 400 Fufs angenommen werden. Rechnen wir dazu noch die ungefähre Breite des Vorlandes auf beiden Seiten zusammengenommen mit höchstens 200 Fufs, so möchte der nahe kreisförmige Umfang der Insel auf kaum 2000 Fufs können angenommen werden, und im Julius betrug derselbe doch wenigstens eine halbe Miglie (oder etwa 3000 Fufs), und er ist selbst von allen unsern Nachfolgern stets gröfser ge-

schätzt worden. Uebrigens scheint auch die eben beschriebene abgerissene Form ihrer Abhänge zu beweisen, dafs die Insel bereits gegenwärtig sehr viel von ihren ursprünglichen Gröfsenverhältnissen eingebüfst habe, und wir haben gewifs alle Ursache zu glauben, dafs, wenn ihre Zerstörung in derselben Weise fortgehe, als wir sie mit eigenen Augen gesehen haben, der bevorstehende Winter wohl hinreichen werde, dem Daseyn dieser schnell vorübergehenden Erscheinung ein Ende zu machen. Denn die Insel liegt vereinzelt im offenen Meere, ganz dem Andrange der Wellen preisgegeben, nicht wie die neu entstandenen Schlackenberge von Santorin in der ringförmigen Einfassung eines Erhebungs-Kraters, oder wie der Monte nuovo am Meerbusen von Bajae mit dem Festlande verbunden.

Die Beschaffenheit der Substanzen, aus welchen die Vulcan-Insel gebildet wird, können wir, zum Theile wenigstens, doch glücklicherweise genauer angeben, als bis hieher geschehen ist; denn wiewohl wir nicht an's Land stiegen, so gewannen wir doch in hinlänglicher Menge von dem Sande an den Abhängen, und wir erhielten selbst durch die Bereitwilligkeit unserer Matrosen ein fast kopfgrofses, schweres Schlackenstück. Beide Gesteine sind in hohem Grade von den lichtgrauen, feinblasigen Lapilli und dem gleichgefärbten Staube verschieden, welchen das Meer an der ganzen Südwestküste Siciliens, vom Molo di Girgenti bis Mazarra, in so grofser Menge an's Land warf. Zunächst der Sand, welchen wir besitzen, ist ganz dunkelschwarz und von stumpfeckigen kleinen Körnern (von der Gröfse der Mohnkörner) gebildet, welche bei genauerer Betrachtung unter der Lupe nur aus kleinen, oft stark glänzenden, und meist abgeschmolzenen oder angefressenen Krystallbröckchen bestehen, die wir mit überwiegender Wahrscheinlichkeit für Augit halten. Sehr selten nur sieht man glasglänzende, vollkommen farblose oder gelbliche und grünlichweifse

Bröckchen darunter, deren einige wir mit aller Sicherheit für schön blättrigen, glasigen Feldspath erkannt haben. Die Schlacke, deren ich eben erwähnt habe, ist eine sehr derbe, dunkelschwarze und rohblasige Masse von steiniger und nicht glasiger Beschaffenheit. Ihr Inneres entblöst uns auf frischem Bruche eine Menge fest eingeschlossener, glänzender, schwarzer Krystalltrümmer, unter welchen wir selbst deutlich die Augit-Säule erkannt zu haben glauben. Einige Stücke dieser Schlacke wirken sehr sichtlich auf die Magnetnadel, und zwar nicht nur attractorisch, sondern auch repulsiv; doch haben wir keine eingewachsenen Magneteisenkörner in ihr entdekken können. Das Gesagte reicht indefs wohl hin, um es wahrscheinlich zu machen, dafs die Lava, welche das Material zu dem Ausbruche des kleinen Vulcans bildete, einen vorwaltend basaltischen Charakter hatte; von Trachytstücken, Obsidian, Bimssteinen oder feldspathreichen Auswürflingen, welche doch auf dem nahen Pantellaria so häufig sind, ist uns nie eine Spur vorgekommen.

Von der Art, wie die lockeren Auswürflinge, welche die neue Insel bilden, geschichtet erscheinen, ist es vielleicht nicht ohne Interesse, ausdrücklich hinzuzufügen, dafs wir uns sehr deutlich haben überzeugen können, wie diese Schichten wellenförmig nicht nur den äufseren Abhängen des schwarzen Sandberges immer genau zu folgen pflegen, sondern wie sie auch am Kraterrande umwenden und in das Innere der Krateröffnung hineinsetzen. Ein idealer Durchschnitt des Vulcans würde daher etwa wie die folgende rohe Skizze ausfallen:



und es ist diefs genau dieselbe Figur, welche meines Wissens Poulet Scrope uns zuerst als charakteristisch für die Structur aller Eruptionskegel beschrieben hat;

eine Structur, welche wir hinlänglich bestimmt an den Monti rossi bei Nicolosi, doch niemals bisher so auffallend deutlich als hier noch bemerkt haben.

Die letzte meiner Bemerkungen über den viel besprochenen Gegenstand betrifft endlich noch die geographische Lage der neuen Insel. Als wir im Julius, nach dem ersten Besuche derselben, zu Sciacca waren, glaubten wir aus einigen, allerdings etwas rohen Winkel-Abnahmen schliefsen zu können, dafs der neue Vulcan auf der Stelle liege, wo Smyth's Atlas und die nach ihm in Beziehung auf die Küsten-Umrisse und alles Meeres-Detail copirte General-Karte von Sicilien, in vier Blättern, deren wir uns bedienten *), *Banco Nerita* angeben. Uns bestärkten zugleich damals in unserer Meinung die übereinstimmenden Aussagen der Marinari, dafs der Vulcan sich genau über einer Untiefe erhoben habe, welche sie *Secca del Corallo* nannten, und welche den Umständen nach kaum etwas Anderes, als Smyth's *Nerita Banco* seyn konnte. Die Mitte dieser Bank ist auf der eben erwähnten Karte fast genau unter 30° 30′ östl. L. von Ferro und etwa 37° 2′ 40″ nördl. Breite angegeben **). Nach den später indefs uns zugekommenen Nachrichten über die Lage der neuen Insel setzen die Engländer, nach Capitän Senhouse, ihre Stelle auf 12° 44′ östlich von Greenwich oder 30° 23′ 45″ östl. von Ferro und 37° 11′ Breite. Die von Neapel aus hingeschickte Goeletta bombardiera aber brachte (nach der Neapolitaner Zeitung vom 9. August) die Bestimmung von der Lage des Vulcans zu 10° 16′ östlich von Paris oder 30° 16′

*) Diese Karte, welche viel Gutes enthält, und gegenwärtig bei weitem die vorzüglichste von der Insel ist, wie wir vielfältig zu prüfen Gelegenheit fanden, fürt den Titel: *Carta generale della Isola di Sicilia, compilata, disegnata ed incisa nell' Officio Topographico di Napoli, su i migliori Materiali esistenti e sulle recenti operazioni fatte dal Cavaliere* Guglielmo Errico Smyth, *Capitano della Reale Marine Brittannica.* 1826.

**) Siehe die Karte auf Taf. II.

östlich von Ferro und 37° 2′ Breite zurück. Beide Angaben stimmen wunderbar genug in der Länge sehr nahe überein, in der Breite aber weichen sie um volle 9 Minuten ab, und keine derselben schien zuerst unserer eben erwähnten Ansicht günstig. Wir haben indefs später Gelegenheit gehabt, Smyth's schönen Atlas im Original zu vergleichen, und da hat es sich dann erwiesen, dafs *Banco Nerita* dort in 30° 20′ 45″ östl. L. von Ferro (12° 50′ O. von Greenwich) und 37° 3′ nördl. Br. angegeben wird. Da dieselbe überdiefs dort etwa vier Minuten lang und zwei Minuten breit aufgetragen ist, so stimmt diefs genau mit der Angabe der Neapolitanischen Goelette für die Lage der Vulcan-Insel, und wir müssen es der Zukunft überlassen, den Widerspruch in den Breitenbestimmungen aufzulösen, welcher für einen zufälligen Beobachtungsfehler fast zu grofs erscheint.

Seit dem Empfange der eben mitgetheilten Berichte meines Freundes Hoffmann, haben uns auch englische und französische Zeitschriften mehrere Nachrichten über das viel besprochene vulcanische Inselchen überbracht, die zwar in physikalischer Hinsicht sonderlich keine Belehrung gewähren, welche nicht schon in dem Obigen enthalten wäre, doch aber einige Ergänzungen darbieten, die hier noch nachgetragen zu werden verdienen.

Was zunächst die geographische Lage der Insel betrifft, so giebt, zu den bereits mitgetheilten Bestimmungen

durch die von Neapel ausgesandte Goelette:

37° 2′ N. Br. 12° 36′ L. O. v. Greenw.
(10° 16′ O. v. Paris)

und durch Kapitain Senhouse:

37° 11′ N. Br. 12° 44′ v. Greenw.

das *Edinb. New Philosoph. Journ.* in No. 22, p. 365, noch folgende vier:

vom Kapitain Corrao, Befehlshaber der Brigg Theresine:

37° 6′ N. Br. 12° 46′ L. O. von Greenw.

vom Kapitain Swinburne, mit der engl. Sloop Rapid:

37° 7′ 30″ N. Br. 12° 41′ L. O. von Greenw.

vom Kapitain Smith, mit der Brigg Philomel:

37° 7′ 30″ N. Br. 12° 44′ L. O. von Greenw.

vom Kapitain Ballingal:

37° 10′ N. Br. 12° 44′ L. O. von Greenw.

Letztere Angabe, die einem aus Malta vom Bord des St. Vincent datirten Schreiben an Prof. Daubeny in Oxford entnommen ist, beruht vielleicht auf den Messungen des Kapit. Senhouse, da dieser eben Befehlshaber des St. Vincent ist, und die von ihm gegebene Bestimmung, bis auf eine Minute in der Breite mit letzteren Zahlen übereinstimmt *). Die Abweichungen unter diesen Angaben, die leider größer sind als zu wünschen wäre, rühren zum Theil wohl daher, daſs nicht eigentlich die Lage des Vulcans, sondern nur die des Schiffes, auf welchem sich die Beobachter befanden, bestimmt wurde, und daſs dieses, wie es scheint, nicht einmal während der Dauer der Messungen seinen Ort unverändert beibehielt. Als so z. B. der Kapitain Swinburne seine Längenbestimmung machte, lag ihm die Insel nach dem Kompaſs, der 1½ Punkte (16° $\frac{7}{8}$) westlich abwich, eine englische Meile von ihm entfernt, in S. i. W. ¼ W., und einige Stunden darauf, bei der Breitenbestimmung, bei welcher indeſs die Entfernung nicht angegeben ist, in W. i. N. ½ N.

Eine siebente Messung scheint man auf dem Schiffe angestellt zu haben, welches auf Veranlassung der Pariser Academie von Toulon aus zur Untersuchung der neuen Insel abgesandt wurde. Hr. Prévost, der Geognost dieser Expedition, giebt indeſs in seinem Berichte an die

*) Nach Senhouse's Angabe ist die Insel in die Karte auf Taf. II eingetragen.

Academie (*Bulletin de la Société Géologique de la France, T. II. p.* 34.) keine Zahlen, sondern sagt nur, man habe sich überzeugt, dafs die Insel nicht auf der Bank *Nerita* liege.

Den schätzbarsten Theil in den Berichten der Engländer machen wohl die Sondirungen in der Nähe der Insel aus, weil wir dadurch einigermafsen ersehen, aus welcher Tiefe dieselbe sich erhoben hat. In der Nachricht vom Kapitain Corrao heifst es nur im Allgemeinen, die Tiefe rings um die Insel betrage 100 Fathoms (563 Par. Fufs). Bestimmter dagegen drückt sich Kapitain Swinburne aus; er sagt: als er sich in einem Boote der Westseite der Insel bis auf 10 Fathoms genähert habe, sey mit 18 Fathoms Grund, und zwar ein weicher, zu finden gewesen, späterhin, eine englische Meile nordwärts der Insel, aber erst mit 130 Fathoms; auch hier wurde ein dunkelbrauner Schlamm mit heraufgezogen. Am Abend des 18. Juli konnte er bei einer Reihe stündlicher Ablothungen, die im Mittel bis zur Tiefe von 80 Fathoms gingen (die Entfernung von der Insel ist dabei nicht angegeben), keinen Grund erreichen. Nach Kapitain Ballingal betrug, 30 Fathoms vom Krater entfernt, die Tiefe des Meeres nur 33 Fathoms. Kapitain Smith endlich giebt folgende Messungen: 40 Fathoms südwestlich von der Insel, Tiefe: 70 bis 75 Fathoms; in der Entfernung einer englischen Viertelmeile, Tiefe: 72 bis 76 Fathoms, und in fünf bis sechs englischen Meilen: 70 bis 80 Fathoms. Mit diesen Messungen kommt die Angabe des Hrn. Prévost ziemlich überein, er giebt nämlich, in dem genannten Berichte, die Tiefe des Meeres in der Nähe der Insel zu 500 bis 700 F. an.

Hinsichtlich der Gestalt und geognostischen Beschaffenheit des Eilands fügen die Beobachtungen der englischen Seeofficiere den bereits mitgetheilten Nachrichten wenig Erhebliches hinzu. Doch ist zu bemerken, dafs auch sie von einer seitlichen Oeffnung in der ringförmi-

gen Umwallung des Kraters sprechen, wiewohl, wunderbar genug, was die Lage dieser Oeffnung betrifft, keineswegs in Uebereinstimmung mit den Angaben Gemellaro's und Hoffmann's (S. 80 und 86). Während nämlich diese Naturforscher am 4. Aug. und 26. Sept. die Oeffnung, oder richtiger den Ausschnitt, an der Nordostseite der Insel antrafen, will Kapitain Swinburne am 19. Juli einen solchen Ausschnitt, 5 bis 6 Fathoms breit, und bis zum Spiegel des Meeres herabgehend, an der Westsüdwest-Seite bemerkt haben. Aus dieser Oeffnung, der er sich bis auf 5 bis 6 Fathoms näherte, flofs ein schmutziges schlammiges Wasser, das die Temperatur des Meeres an dieser Stelle um etwa 1° F. erhöhte. Das Innere des Kraters, welches von hier deutlich gesehen werden konnte, war mit eben solchem Wasser gefüllt, das sich, so weit es die Intervalle der Auswürfe von Steinen und Sand erkennen liefsen, in heftiger Aufwallung befand. Dagegen sprechen die Kapitaine Smith und Senhouse von einem Ausschnitt an der südöstlichen Seite der Insel, welchen Letzterer am 3. August 125 Fathoms breit, und bis auf drei Fufs zur Meeresfläche herabgehend fand. (*Journ. of the Roy. Geographical Society of London*, *T. I. p.* 58.)

Etwas mehr in Betreff des Physikalischen erfahren wir durch den Bericht des Hrn. Prévost, welcher die Insel am 29. Sept. besuchte, also nur drei Tage später als der Prof. Hoffmann. Der Sturm, welcher Letzterem die Landung vereitelte, hinderte auch Dessen Zusammentreffen mit der französischen Expedition; denn wiewohl diese schon am 26. Sept. im Angesicht der Insel kreuzte, konnte sie sich derselben doch erst am 29. Sept. ohne Gefahr nähern.

Diesem Berichte zufolge war die Insel von einer Zone gelblichen Wassers umgeben, die sich bis auf eine Meile in's Meer erstreckte; zweihundert Fufs von der Insel entfernt, fand man mittelst der Sonde eine Tiefe

von 40 bis 60 Klafter (*brasses*). Sogleich nach der Landung unternahmen die Hrn. Aragon und Barlet, Befehlshaber der Expedition, eine Messung der Insel: sie fanden für den Umfang 700 Meter und für die gröfste Höhe 70 Meter. Hr. Prévost durchwanderte die Insel, vor Allem, um zu sehen, ob nicht Substanzen, die dem Meeresgrunde angehörten, gehoben oder ausgeworfen worden wären; allein, nachdem er den höchsten Gipfel inmitten der brennendheifsen Schlacken erklettert, und zwei Mal die Runde um die ganze Insel gemacht hatte, gelangte er zu der Ueberzeugung, dafs das Berglein nur aus lauter pulverförmigen Substanzen bestand, und dafs die Blöcke mit hartem Kern und vom Ansehen der Lava, welche sich hie und da fanden, nichts weiter als Auswürflinge waren.

Das ganze Eiland erschien, wie alle Eruptionskrater, als ein kegelförmiger Haufe mit einer trichterförmigen Vertiefung in der Mitte. Die Wände des Kraters hatten nach Innen zu eine Neigung von 45°, und an den Abstürzen, wo die Wand sich im Profile sehen liefs, sah man deutlich eine dieser Neigung parallele Schichtung. Nach der Küstenseite hatten dieselben Materialien eine Schichtung in entgegengesetzter Neigung *). Der äufsere steile Abhang verdankt, wie Hr. P. bemerkt, seine Gestalt sichtlich späteren Einstürzungen, sey es nun in Folge von Erschütterungen des Bodens, oder, was wahrscheinlicher ist, von dem beständigen Anschlagen der Wellen. Durch eben diese Wirkung hatte sich rings um die Insel, am Fufse des Abhangs, ein flaches, 15 bis 20 Fufs breites Vorland gebildet, das sehr steil in's Meer setzte. Der Rand des Kraters war damals von ungleicher Höhe; im Norden erhob er sich auf etwa 200 Fufs, im Süden nur auf 30 bis 40.

Das im Krater befindliche Wasser war orangegelb, von einem dicken Schaum bedeckt, und anscheinend mit

*) Also genau so, wie es bereits durch den Holzschnitt, S. 88, angedeutet ist.

dem Meere im Niveau. Wiewohl es nur eine Temperatur von 95° bis 98° C. besafs, so schien es doch im Sieden begriffen, da aus ihm, wie überall auf der Insel, aus unzählig vielen Rissen, unaufhörlich weifse Dämpfe emporstiegen. Besonders waren diese auf der Südseite häufig, und sie stiegen hier nicht blofs aus dem Vorlande, sondern selbst aus dem Meere auf. Wegen der Hitze und des zuweilen erstickenden Geruchs dieser Dämpfe, war es auch mit Schwierigkeiten verknüpft, die Insel ganz zu umgehen. Auf einer etwa 50 oder 60 Fufs langen Strecke war der schwarze Sand des Vorlandes wahrhaft brennend heifs. An Stellen, welche von jeder Meereswelle bespühlt wurden, zeigte das hunderttheilige Thermometer 81° bis 85°. Das in den Vertiefungen zurückbleibende Meerwasser schien zu sieden, in Folge des Entweichens von Gasblasen. Indefs war auch das Gas so heifs, dafs Hr. Prévost beim Graben in den Sand, an einer aufsteigenden Blase sich die Hand verbrannte. Jede dieser aus dem Boden dringenden Blasen warf mit einer schwachen Verpuffung vulcanischen Sand in die Höhe, dadurch einen kleinen Eruptionskegel bildend. Unter den tausenden solcher Miniatur-Vulcane wurde einer bemerkt, der ein getreues Abbild von der Entstehung der ganzen Insel darbot. Es war ein Maulwurfshügel von etwa einem Fufs im Durchmesser und 5 bis 6 Zoll Höhe, der fortwährend Sand und Schlacken bis zu einer Höhe von zwei Fufs empor warf. Das Gas war unentzündlich und geruchlos; allein einige Schritt vom Krater drangen schweflige Dämpfe hervor, die Schwefel und Kochsalz absetzten. Unter den von den Matrosen aufgelesenen Schlackenstücken fanden sich weifse und gelbe Geschiebe, auch Muscheln *).

*) An einer anderen Stelle seines Berichts sagt Hr. Prévost, die Matrosen hätten ihm Bruchstücke überbracht, die alle Kennzeichen vom Dolomit besäfsen. Zwei solcher Stücke indefs, die Hr. P. späterhin in Melazzo dem Dr. Philippi schenkte und

Alles läfst glauben, sagt Hr. Prévost am Schlusse seines Berichts, dafs dieser Vulcan untermeerische Lavaströme hervorgebracht habe, und wenn, wie zu vermuthen steht, dem Auftreten des Eruptionskraters eine Hebung des Bodens, der wahrscheinlich 500 bis 600 Fufs unter dem Meeresspiegel liegt, vorangegangen ist, so mufs die Insel an ihrem Fufse von einem Gürtel gehobener Felsmassen, von einem Erhebungskrater, eingefafst seyn.

Zur Zeit als Hr. Prévost die Insel besuchte, war bekanntlich die vulcanische Thätigkeit auf derselben meist erloschen, und er hatte demnach keine Gelegenheit mehr, die Eruptionserscheinungen zu beobachten. Die englischen Officiere, von denen vorhin die Rede war, waren dagegen noch Augenzeugen der Ausbrüche. Indefs lassen uns ihre Berichte über einen der wichtigsten Umstände bei diesen Erscheinungen, nämlich über den: ob Feuer aus dem Krater aufgestiegen sey, in völliger Ungewifsheit. Denn wiewohl aus einigen Stellen hervorzugehen scheint, als hätten sie wirklich Feuerstrahlen aufschiefsen gesehen, so ist doch wiederum an andern deutlich nur von Blitzen die Rede. Da nun überdiefs nirgends gesagt ist, dafs den Beobachtern die wesentliche Verschiedenheit beider Klassen von Feuererscheinungen klar gewesen wäre, so stehen wir wohl am wenigsten in Gefahr, einen Irrthum zu begehen, wenn wir, die Meinung unserer Landsleute theilend, annehmen: der Vulcan habe kein Feuer gespieen, und es seyen vielmehr nur die Ferilli in der Rauchsäule gewesen, was einige Beobachter für Flammen ansahen. Verschwiegen darf es in-

für Kalkstein ausgab, bestanden, wie Prof. Hoffmann in einem neueren Briefe aus Messina an mich erwähnt, nicht aus Kalk, sondern aus einer thonsteinähnlichen Masse. Demselben Briefe zufolge hat Hr. P. in dem Sande der Insel vorzugsweise Augite, etwas glasigen Feldspath und einige unregelmäfsige Olivinkörner gefunden.

indefs wohl nicht ganz werden, dafs sowohl der Kupferstich, welcher, nach der Zeichnung eines Officiers der Brigg Philomel, dem vorhin erwähnten Heft des *Edinb. New philosoph. Journal* beigegeben ist, als auch eine in Neapel verfertigte illuminirte Abbildung, welche gegenwärtig von den Kunsthändlern Berlins verkauft wird, den Vulcan so darstellen, wie wenn er im eigentlichen Sinne des Worts ein feuerspeiender Berg gewesen sey.

Schliefslich noch Einiges über die Entdeckung und Benennung der, den neuesten Nachrichten zufolge, nun bereits wieder verschwundenen Insel.

Wenn derjenige der Entdecker dieser Insel genannt werden darf, welcher das ihrem Hervortreten aus dem Meere unstreitig kurz zuvor vorangegangene Erscheinen von Wasser- und Rauchsäulen zuerst gesehen hat, so macht wohl der Schiffer Trefiletti den nächsten Anspruch auf diese Ehre; denn er bemerkte, wie S. 72 gesagt ist, das Phänomen bereits am 8. Juli. Weder der neapolitanische Schooner *Psyche*, dem im *Journ. of the Roy. Geogr. Soc. T. 1 p.* 258 die Entdeckung zugeschrieben wird, noch der Kapitain Corrao von der Brigg *Theresine*, welcher im *Edinb. New philosoph. Journ. No.* 22 *p.* 365 für den Entdecker ausgegeben wird, kann auf diese zufällige Ehre Anspruch machen, denn Letzterer sah die Rauchsäule erst am 10. Juli, und Ersterer sogar erst am 11. Juli, also drei Tage später als der Schiffer Trefiletti.

Es ist demnach auch kein genügender Grund vorhanden, die Insel, wie geschehen ist, nach dem Kapitain Corrao zu benennen. Welchen Namen man indefs unter den sechs, die vorgeschlagen wurden, für die Folge beizubehalten habe, ist eine Rechtsfrage, deren Entscheidung nicht ohne Schwierigkeit seyn dürfte. *Nerita* kann die Insel wohl nicht füglich genannt werden, wenn man es für erwiesen annehmen darf, dafs sie nicht

auf der Bank gleiches Namens entstanden ist *). Kapitain Senhouse, der am 2. oder 3. August die brittische Flagge auf der Insel aufpflanzte, nennt sie *Graham Island*; Kapitain Swinburne dagegen, der von dem auf Malta stationirten Admiral Hotham zur Untersuchung derselben ausgesandt wurde, belegt sie mit dem Namen: *Hotham* Island. Abgesehen davon, ob die Engländer ein Recht hatten, eine offenbar in den Gewässern des Königreichs beider Sicilien entstandene Insel für sich in Beschlag zu nehmen, haben diese Benennungen offenbar das gegen sich, dafs sie inmitten der wohlklingenden italiänischen Namen in der Nachbarschaft sehr fremdartig erscheinen. Will man demnach nicht die Benennung *Julie*, oder *Isola Giulia*, welche Hr. Prévost in Anspielung auf den Monat der Geburt dieses Inselchens vorgeschlagen hat, annehmen, so ist es wohl am zweckmäfsigsten, ich will nicht sagen am legitimsten, dem Beispiele der Sicilianer zu folgen, und dasselbe, ihrem Könige Ferdinand II. zu Ehren, *Ferdinanda* oder *Isola Ferdinandea* zu nennen.

Ueberdiefs kann die Discussion über die Benennung dieser Insel gegenwärtig einigermafsen überflüssig erscheinen; denn, zufolge mehrfältiger Nachrichten aus verschiedenen Quellen, ist dieselbe am Ende Decembers (nach einigen am 28. dieses Monats) wieder verschwunden, wahrscheinlich indem sie ein Raub der Wellen wurde, und an ihrer Stelle nach den Berichten Einiger eine Untiefe zurückgeblieben, nach Anderen dagegen eine Fontaine entstanden, die, unter Verbreitung eines Schwefelgeruchs, eine 30 Palmen im Durchmesser haltende Wassersäule 15 bis 20 Palmen hoch aus dem Meere hervortreibt.

Wie sehr die Insel, seitdem Prof. Hoffmann und

*) In der weiterhin näher erwähnten italiänischen Schrift heifst es übrigens, die Insel sey am 12. Juli, und zwar über der Bank *Nerita* entstanden. Beweise dafür werden nicht angeführt.

Hr. Prévost sie besuchten, sich veränderte, ehe sie völlig verschwand, geht unter andern aus einem zu Ende Decembers in Neapel erschienenen Schriftchen hervor, welches ich erst kürzlich durch die Güte des Hrn. Ober-Berghauptmann Gerhard zur Ansicht bekam. Der Herausgeber dieser den Titel: *Descrizione dell' Isola Ferdinandea al mezzo-giorno della Sicilia* führenden Blätter, Hr. Benedetto Marzolla, *Impiegato nel Real Officio Topografico*, giebt darin auf mehreren lithographirten Tafeln einen Grundrifs und verschiedene Ansichten von der Insel in dem Zustande, wie sie ein am 27. October von Neapel aus mit dem Dampfschiff Francesco I. eigends dahin abgegangener Engländer angetroffen hat. Das zur Erläuterung dieser Abbildungen dienende Vorwort beschreibt die Insel als eine sandige Ebene von etwa 3 Palmen (1 Palmo = 116 Par. Linien) Höhe über dem Meer, und ungefähr 2000 Palmen im Umfang, auf welchem in der Mitte ein Hügel, von 500 Palmen Länge und 200 Palmen Breite, sich bis etwa 180 Palmen erhob. Dieser Berg bestand ebenfalls nur aus losem Sand und zerreiblichen Schlacken, und von einem Krater, wie eigends bemerkt wird, war nicht die geringste Spur auf demselben mehr anzutreffen. Dagegen befand sich an der Westseite dieses Berges, auf der Ebene, ein kleiner See, 160 Palmen im Umfange haltend, dessen Spiegel etwas über dem des Meeres stand. Die Tiefe dieses See's, den man wohl für den ehemaligen Krater halten darf, betrug 15 bis 16 Palmen. Das Wasser in demselben, von schwefligem Geruch und scharfem Geschmack, schien zu kochen (vermuthlich wegen entweichender Gasblasen) und rauchte, wiewohl sonst nirgends auf der Insel noch etwas von Rauch und Dampf zu erblicken war; allein überall, wo man eine Grube in dem Sande machte, spürte man eine starke Hitze, während ein leichter Dampf hervordrang. Auf der Ostseite der Insel, dem kleinen See gewissermafsen gegenüberliegend, in etwa 20 Palmen

Entfernung vom Strande schien das Meer an einer Stelle mit einer öligen Flüssigkeit bedeckt; es war dort himmelblau gefärbt und vollkommen ruhig, während es überall von Wellen gekräuselt wurde. Wahrscheinlich hat dieser Ort ursprünglich noch zur Insel gehört, denn zwei Monat früher, am 25. August, fand Hr. Wright den Umfang der Insel 14000 Palmen messend, denselben also sieben Mal oder den Flächenraum 49 gröfser als zur Zeit, da die eben erwähnte Beobachtung gemacht wurde.

Fig. 6 Taf. II ist eine Kopie des von Hrn. Marzolla gelieferten Grundrisses; *A* bezeichnet den See, *B* den Berg und *C* den genannten Fleck im Meere. Was die gröfseren Punkte auf der Ebene der Insel bedeuten, wird im Originale nicht gesagt.

Am Schlusse des vorhergehenden Aufsatzes wurde angeführt, dafs die am 30. Juni und 2. Juli in Palermo verspürten Erschütterungen deutlich die Richtung von dem neuen Vulcane her gehabt hätten, und dasselbe wurde S. 71 der gegenwärtigen Abhandlung bei den Erdstöfsen vom 28. Juni, 30 Juni und 2. Juli in *Sciacca* bemerkt. In Bezug hierauf ist es nicht ohne Interesse durch Kapitain Swinburne zu erfahren, dafs, als er am 28. Juni mit seinem Schiffe, neben der Brittania, auf welchem der Admiral Pulteny Malcolm aus Griechenland zurückkehrte, über dem Ort der nachherigen Insel hinweggesegelte, am $9^h\ 30'$ Abends in beiden Schiffen mehrere Erdstöfse gefühlt wurden.

Auch verdient wohl noch aus den Berichten der englischen Kreuzer an Admiral Hotham *) die Bemerkung hervorgehoben zu werden, dafs es in Malta eine Tradition giebt, zufolge welcher an dem Orte der nun wieder verschwundenen Insel schon einmal zu Anfange des letzten Jahrhunderts ein Vulcan vorhanden war; und

*) *Journ. of the Roy. Geogr. Soc. T. I. p.* 258.

ferner, dafs einer der Officiere vom Linienschiff St. Vincent eine alte Karte vom mittelländischen Meere, herausgegeben von G. Faden, besitzt, auf welcher, unter dem Namen *Larmour's Breakers*, eine Sandbank in 4 Fathoms Tiefe angegeben ist, deren Lage in Länge und Breite bis auf eine englische Meile mit der Lage der jüngstvergangenen Insel übereinstimmt. — Ob diese Untiefe mit der Bank Nerita identisch sey oder nicht, wird indefs nicht gesagt.

Anhang. Ueber einige kraterförmige Inseln.

Bei dem Ereignifs, welches uns bisher beschäftigte, hatten wir zu bedauern, dafs die Natur gerade diejenige Seite verhüllte, welche der Theorie förderlich gewesen wäre. Wir sahen nur einen Aschenkegel aus dem Meere steigen, ohne etwas von dem Erhebungskrater zu erblikken, der so manche der Landvulcane umkränzt. Gewissermafsen als Ersatz dafür bringt uns eben jetzt das Journal der geographischen Gesellschaft in London (T. I p. 58 und 62) zwei Beispiele solcher ringförmig gehobener Felsmassen, die sich in so ausgezeichneter Weise den bereits bekannten Fällen der Art anschliefsen, dafs deren Mittheilung an dieser Stelle fast als Pflicht erscheint. Das erste lernen wir durch Kapitain Smyth, denselben, dem wir so genaue hydrographische Arbeiten über das mittelländische Meer verdanken, in den *Columbretes* an der Küste von Valencia kennen; das zweite in der *Deception-Insel*, südlich vom Cap Horn, durch Lieutenant Kendal, welcher den Kapitain Forster auf dessen wissenschaftlicher Reise begleitete.

Die Columbretes.

Santorin, Amsterdam und andere vulcanische Inseln, welche kreisförmige Buchten einschliefsen, haben, sagt



Kapitain Smyth, indem sie zu der Theorie von den Erhebungskratern Anlaſs gaben, in neuerer Zeit viele Aufmerksamkeit erregt. Es wird daher nicht ohne Interesse seyn zu erfahren; daſs es eine ähnliche Insel fast in unserer Nachbarschaft giebt, die den Geologen bisher unbekannt blieb. Etwa 35 engl. Meilen ostwärts der Kalksteinkette, welche die aufgeschwemmten Ebenen von *Valencia* und *Tortosa* trennt, und in einer Linie mit den nördlichen Spitzen von Majorca liegt eine Gruppe schroffer Felsen, welche zuweilen, und unter andern von d'Anville, *Monte Colibre* genannt worden, den Schiffern des mittelländischen Meeres aber meistens unter dem Namen der *Columbretes* bekannt ist. Eine Aufnahme von ihnen ist nicht vorhanden, und daher haben die Geographen bisher nur eine unvollständige Kenntniſs von ihrer Lage und geognostischen Beschaffenheit gehabt. Tofiño, was die spanischen Küsten betrifft, eine der besten Autoritäten, sagt, die kleinen Inseln und Felsen sollen sich auf vierzehn belaufen; allein daraus, so wie aus der falschen Lage und Form, die er ihnen beilegt, geht hervor, daſs er persönlich sie nicht besuchte. Der fleiſsige Coronelli fertigt sie in seinem *Isolario* so ab: — » *Tra la Majorica, e le foci del fiume Ebro, si vede la Mammeo-libra, si piccola e povera, che non havendo cos' alcuna di considerabile, non merita altra descrittioni.* «

Diese Felsen erregten zuerst meine Aufmerksamkeit, als ich, fährt der Verfasser fort, bei der Vorüberfahrt, eine Schebeke in dem Hafen vor Anker liegen sah, und ich bewunderte damals die malerischen Gestalten der zerrissenen Massen, welche die Ueberreste einer gröſseren Insel zu seyn schienen. Bei einem zweiten Besuch ward ich jedoch durch die Eigenthümlichkeit der Felsen so überrascht, daſs ich sie mit Interesse näher untersuchte, und, wiewohl das Benamen solcher Punkte als unzulässig erscheinen mag, nicht umhin konnte, den höchsten Berg

mit dem Namen *Monte Colibre* zu belegen, und die übrigen Felsen nach mehreren um die Geographie verdienten spanischen Officieren zu benennen.

Der beträchtlichste der Columbretes-Felsen verdient, wegen seiner verhältnifsmäfsigen Gröfse, wohl den Namen einer Insel. Ein Blick auf die Karte (Taf. III Fig. 2.) wird sogleich ihren vulcanischen Ursprung verrathen, und die Ueberzeugung geben, dafs ihr Hafen, der jetzt bei Westwinden einen ziemlich sicheren Ankerplatz gewährt, nichts weiter ist als die Mündung eines alten Kraters. Hier fanden Kaper und die Korsaren der Berberei von jeher einen Schlupfwinkel, von dem sie, wegen der weiten Aussicht auf der Spitze der Insel, ihre Beute oft sehr unvermuthet überfallen konnten. Am Eingang ist der Hafen etwas über eine englische Meile breit, und da er ein geräumiges Becken bildet, auch in 5 bis 12 Faden Tiefe einen leidlichen Grund darbietet, so kann er nöthigenfalls mehrere Schiffe aufnehmen, und vor Winden, mit Ausnahme derer aus NO., O. und SO., ziemlich gut schützen. Beobachtungen auf dem Monte Colibre geben für diese Station die Breite 39° 53′ 58″ N., die Länge 0° 44′ 27″ O. v. Greenw., und die magnetische Abweichung (i. J. 1823) 17° 41′ W.

Durch den glockenförmig runden Monte Colibre im Norden und einen andern Hügel im Süden erhält die Insel, da ihr Boden von beiden Spitzen nach der Mitte hin abfällt, eine sattelförmige Gestalt. Beide Hügel sind mit dichtem Gesträuch überwachsen; alles Uebrige zeigt aber nur nackte Lava, Obsidiane und Schlacken, in solcher Frische, wie wenn das Feuer, dem sie ihren Urprung verdanken, erst kürzlich erloschen wäre. Am südlichen Horne des Port Tofiño liegen zwei hohe kegelförmige Felsen von glasigem Trachyt, auf welche der Kapit. Smyth Coronelli's Benennung: Mammeo-libre überträgt. Sie scheinen eine Fortsetzung des Kraterrands zu seyn, dessen Ostseite offenbar zerstört worden ist, sey es durch

Erschütterungen oder durch die Gewalt der Wellen, deren Wirkung sich überall auf's deutlichste nachweisen läfst, und der Küste durch die vielen Unterwaschungen und Aushöhlungen, im Gegensatz zu den parallelen Schichten mannigfach gefärbter porphyrischer Geschiebe in gröfserer Höhe, ein sehr malerisches Ansehen verliehen hat.

Etwa eine englische Meile westlich vom Monte Colibre liegt eine Gruppe rauher Felsen, unter denen *Malaspina* der gröfste ist. Dieser hat eine im Ganzen sattelförmige Gestalt, und, wie sein Nachbar *Bauza*, nach Aufsen hin einen sanften, nach Innen aber einen schroffen Abhang, so dafs es das Ansehen bekommt, als bildeten beide den zerrissenen Krater eines alten Vulcans, vielleicht eines Parasiten von dem grofsen.

Drei engl. Seemeilen vom Monte Colibre, in S. 16° W. desselben, liegt ferner *Galiano*, ein sehr durchlöcherter Fels, einem Schiff mit vollen Segeln ähnlich; und mehrere andere Klippen und Riffe, gegen welche die See sich heftig bricht, erstrecken sich noch eine halbe engl. Meile östlicher. In der Mitte zwischen *Galiano* und *Malaspina* liegt endlich, aufser mehreren kleinen Klippen, *Ferrer*, ein merkwürdiger Fels aus Klingstein von keilförmiger Gestalt *). Im Ganzen zerfallen demnach die *Columbretes* in vier durch tiefes Fahrwasser geschiedene Gruppen. Alle diese Felsen bestehen übrigens, nach Kapt. Smyth, aus gleichem Material; unter den Bruchstücken, die er sammelte, befand sich eine compacte Lava, die zuweilen durch weifse calcinirte Substanzen gefleckt war, zuweilen aber auch Krystalle enthielt, theils schwarze nadelförmige (Augit oder Hornblende?), theils kleine gelbe von starkem Glanz (Olivin?). In einer stark von Eisen gefärbten und durch ihre Porosität dem groben Bimstein ähnlichen Schlacke, befanden sich, aufser

*) Die beiden letzten Felsgruppen sind auf dem Kärtchen, Fig. 2 Taf. III, fortgelassen, weil sie dasselbe für unseren Zweck unnöthigerweise vergröfsert haben würden.

vielen Massen von dichtem Schörl, auch Hypersthen und Perlstein.

Das gröſste dieser Inselchen ist indeſs noch in anderer als geognostischer Hinsicht merkwürdig, nämlich durch die Masse von Schlangen, die es beherbergt. Nichts versetzte den Kapit. Smyth in ein gröſseres Erstaunen, als die ungeheure Anzahl dieser Thiere; sie war, wie er bemerkt, so groſs, daſs wirklich die Seeleute mit ihren Instrumenten nicht aus der Stelle kommen konnten. Diese Schlangen maſsen 4 bis 5 Fuſs, und waren auf hellgelbem Grunde durch dunkele Linien im Zickzack gestreift.

Bekanntlich hieſs eine iberische Insel, wegen ihres Reichthums an Schlangen, bei den Griechen *Ophiusa*, und bei den Römern *Colubraria*. Welche Insel indeſs damit gemeint gewesen sey, ist mehr vermuthet, als genau ermittelt worden. Lange war man gewohnt, jenen Namen auf *Formentera* zu beziehen; allein man braucht diese Insel nur einmal besucht, ihren Ackerbau und ihre Magazine gesehen zu haben, um gleich überzeugt zu werden, daſs sie ihre Benennung der Vortrefflichkeit ihrer Kornerndten verdankt.

Es ist etwas Gewöhnliches, die Bewohner von Formentera sich damit brüsten zu hören, daſs auf ihrer Insel kein giftiges Reptil leben könne; ob wegen der Häufigkeit des Semper virens, einer von den Schlangenwurzeln der Alten, oder weil, wie Plinius von Ebusus erzählt, der Boden die Fähigkeit habe, Schlangen zu tödten, muſs dahin gestellt bleiben; so viel geht aber aus Allem diesen hervor, daſs keine dieser Inseln den Namen *Ophiusa* oder *Colubraria* mit gröſserem Rechte tragen würde, als die erwähnte aus der Columbretes-Gruppe *).

*) Diese Ansicht ist indeſs keinesweges neu; man findet sie bereits ausgesprochen in: Ukert's *Geographie der Griechen und Römer*, und daraus entlehnt in Bischoff und Möller's *Vergleichendem Wörterbuch der alten, mittleren und neueren Geographie* (Gotha 1829). *P.*



Deception-Island.

Sie gehört zu den New-Shetland-Inseln, einer Gruppe, die vor wenigen Jahren von dem Kapit. Smith entdeckt, oder, wie Hr. Barrow in einem Vorwort zu dem Bericht des Lieut. Kendal bemerkt, richtiger nur wieder aufgefunden wurde. Dirck Gheritz, Befehlshaber einer der fünf Schiffe, die 1598 von Rotterdam aus zur Aufsuchung einer Westpassage nach Indien abgesandt wurden, hatte nämlich das Unglück beim Cap Horn von seinen Begleitern getrennt, und durch stürmisches Wetter bis in eine Breite von 64° verschlagen zu werden. Hier entdeckte er ein der Küste von Norwegen ähnliches Land mit hohen schneebedeckten Bergen, welches ohne Zweifel nichts anderes als die New-Shettland-Gruppe war. Diese Inseln, fährt Hr. B. fort, scheint eine Fortsetzung der Andeskette und des Archipels von Tierra del Fuego zu seyn, denn sie sind genau von derselben Form wie die Inseln im Letzteren, und ihre Schichten in gleicher Weise wie dort geneigt. Insbesondere ist die hier beschriebene Insel ganz vulcanisch, und ihr kreisförmiger Krater hat die auffallendste Aehnlichkeit mit dem auf der Insel Amsterdam. Beider Gestalt ist den Lagunen, welche man in neun Zehntel aller Koralleninseln der Südsee antrifft, so ähnlich, dafs ich, sagt Hr. Barrow, schon vor mehreren Jahren auf den Gedanken gekommen bin (mit dem man übrigens in Deutschland schon längst vertraut gewesen ist, wie noch aus diesen Annalen, Bd. IX S. 135, hervorgeht), die Schöpfungen dieser kleinen Meeresbewohner seyen meistens auf den Rändern submariner Kratere erbaut.

Deception-Island, von dem man auf Taf. III Fig. 3 einen Grundrifs findet, unter 62° 55′ S. Br. und 60° 29′ L. W. von Greenwich gelegen, ist, nach dem Lieutnant Kendal, im Ansehen von den übrigen Gliedern der Gruppe ganz verschieden, auch nicht wie sie mit Schnee bedeckt. An der Südost-Seite hat die Insel eine Oeff-

nung von etwa 600 Fufs Weite, durch welche man zu einem inneren See gelangt, der, rundlich, etwa fünf englische Meilen im Durchmesser hält. Da die Insel im Ganzen etwa acht englische Meilen im Durchmesser mifst, so hat sie also eine deutlich ringförmige Gestalt. Der gröfste Theil der Insel besteht aus abwechselnden Lagen von Asche und Eis, wie wenn der im Winter gefallene Schnee mehrere Jahre hinter einander im Sommer durch ausgeworfene Asche bedeckt worden wäre. Jetzt beschränkt sich indefs die vulcanische Thätigkeit darauf, dafs aus etwa 150 Löchern beständig Dampf mit lautem Zischen entweicht. Die Tiefe des inneren See's beträgt 97 Fathoms, und sein Grund besteht aus vulcanischer Asche (Zinder, *Cinders*). Der Strand ist von gleichem Material, und reich an heifsen Quellen, welche das ungewöhnliche Schauspiel darbieten, dafs man Wasser von 140° F. unmittelbar aus dem mit Schnee bedeckten Boden hervorspringen und in die See, deren Temperatur kaum den Frostpunkt übersteigt, fliefsen sieht. Eine dieser Quellen setzt Alaun ab, und die Leeseite der äufseren Küste ist mit ungeheuren Quantitäten von Bimstein übersäet. Die Hügel, deren Höhe etwa bis zu 1800 F. ansteigt, bestehen hauptsächlich aus Tuff, Schlacken und einer gewissen ziegelrothen Masse; an einigen Stellen ist jedoch Obsidian und harte compacte Lava anzutreffen. Die Abhänge am Eingang steigen senkrecht 800 Fufs in die Höhe, und scheinen aus älterem Gestein als die übrigen Hügel zu bestehen.

Die Insel ist übrigens nur von Pinguinen in unzählbarer Menge bewohnt. Schiffstrümmer und ein Grabhügel, der in einem halbvermoderten Sarg einen noch ganz wohl erhaltenen Leichnam einschlofs, bezeugten indefs, dafs sie schon früher einmal von Seefahrern, vielleicht eben von jenen Holländern, mufste besucht worden seyn. Ehe die Expedition, zu der Hr. Kendal gehörte, die Insel verliefs, wurde an einem bezeichneten Ort ein Re-

gisterthermometer eingegraben, damit Reisende, die etwa künftig hieher kommen sollten, das Extrem der hiesigen Winterkälte daran ablesen möchten.

Die beiden so eben beschriebenen kraterförmigen Inseln sind von so ausgezeichneter Gestalt, dafs sie für sich schon als Muster solcher Bildungen aufgestellt werden können; dennoch ist es wohl nicht ohne Interesse zu sehen, wie vollkommen sie zwei der bekanntesten Fälle insularischer Erhebungskratere nachahmen. Dieses Zweckes willen ist in Fig. 5 Taf III eine Ansicht des Kraters der Insel Amsterdam, und in Fig. 4 die merkwürdigste aller Inseln dieser Art, das bekannte Santorin, im Grundrifs abgebildet. Das Original zu der ersten Zeichnung findet sich in einem Reisewerke, betitelt: *Observations and Remarks made during a voyage to the islands of Teneriffe, Amsterdam etc. and from thence to Canton; by Lieutn.* G. Mortimer; *London* 1791. Die Lage der Insel Amsterdam oder St. Pauls, wie Einige sie nennen, ist darin zu 38° 43′ S. Br. und 78° 13′ L. O. von Greenw. angegeben. Ueber die geognostische Beschaffenheit der Insel wird in diesem Werk, das überhaupt in naturwissenschaftlicher Hinsicht sonst wenig Belehrendes darbietet, nichts mitgetheilt, sondern nur bemerkt, dafs der Krater, welcher im J. 1697, als der Holländer Vlaming ihn besuchte, noch geschlossen war, jetzt (1789) durch einen engen Kanal mit dem Meere in Verbindung stehe. Er liegt übrigens an der Ostseite der Insel. Die Zeichnung von Santorin ist eine Skizze von der in dem prächtigen Atlas des Hrn. L. von Buch, und die Erläuterung derselben findet man in Dessen lehrreicher Abhandlung über die Verbreitung der Vulcane, im Bd. X (86) S. 172 dieser Annalen. Der genannte Atlas gewährt übrigens aufserdem noch durch eine Abbildung von dem Barren-Island den interessanten-An-

blick eines thätigen Vulcans mitten in dem fast eben so hohen Rand eines Erhebungskraters, der nach Seite des Meeres hin geöffnet ist. *P.*

IV. *Ueber die Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases und über die Verbindungen desselben mit anderen Körpern;* *von Heinrich Rose.*

Die Untersuchungen, welche ich vor mehreren Jahren über die Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases anstellte *), stehen im Widerspruche mit denen, welche gleichzeitig mit mir Hr. Dumas in Paris **), und später Hr. Buff in Gießen ***) darüber bekannt machte. Die Achtung, welche ich vor diesen Chemikern hege, machte es mir zur Pflicht, meine Untersuchungen noch nicht für beendet anzusehen. Ich habe daher neue Versuche über diesen Gegenstand angestellt, und zugleich auch die jener Chemiker wiederholt, um die Ursachen des Widerspruches so viel wie möglich aufzuklären.

Meine früheren Untersuchungen, so wie die der HH. Dumas und Buff, erstreckten sich sowohl auf das sich an der Luft von selbst entzündende Phosphorwasserstoffgas, als auch auf das, welches durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhalten wird.

Selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas.

Es ist nicht möglich, dieses Gas ganz rein zu erhalten; immer ist es mit gröfseren oder geringeren Mengen

*) Diese Annalen, Bd. VI. S. 199.

**) *Annales de Chimie et de Physique, T. XXXI p.* 113.

***) Diese Annalen, Bd. XVI. S. 363.

von freiem Wasserstoffgas gemengt. Diese Bemerkung wurde sowohl von Dumas, als auch von mir gemacht. Ich zeigte später *), dafs, wenn das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas durch Kochen von Phosphor mit Kaliauflösung oder mit Kalkmilch, oder durch Erhitzung von Phosphor mit Kalkhydrat bereitet wird, die Entstehung des freien Wasserstoffgases davon herrührt, dafs das gebildete unterphosphorichtsaure Salz vermittelst des Wassers durch die Gegenwart der überschüssigen freien Base in ein phosphorsaures Salz verwandelt wird, wobei Wasserstoffgas frei wird. Ist daher der freie Phosphor bei der Behandlung mit Kaliauflösung ganz in entwichenes Phosphorwasserstoffgas, in phosphorsaures und in unterphosphorichtsaures Kali verwandelt worden, so entbindet sich durch ferneres Erhitzen der Flüssigkeit durch das noch vorhandene freie Kali ganz reines Wasserstoffgas.

Bereitet man das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas durch's Erhitzen mehrerer unterphosphorichtsaurer Salze, so wird dazu eine so hohe Temperatur erfordert, dafs sich ein Theil des Gases durch die Hitze in Wasserstoffgas und in Phosphor zersetzt, welcher theils sublimirt, theils auch in dem entstandenen phosphorsauren Salze zurückbleibt **).

Die Zusammensetzung des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases bestimmte ich aus mehreren Versuchen, die nach verschiedenen Methoden angestellt worden waren. Ich fand, dafs dasselbe aus einem Atom Phosphor, verbunden mit drei Atomen Wasserstoff, oder nach den früheren Atomengewichten von Berzelius aus einem Atom Phosphor mit sechs Atomen Wasserstoff bestehe.

Dumas, der, die allgemeine Ansicht über die Na-

*) Diese Annalen, Bd. XII S. 297.

**) Ebend. Bd. IX S. 365.

tur des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgas theilend, in demselben mehr Phosphor annimmt, als in dem durch Erhitzung der phosphorichten Säure erhaltenen, bestimmte, im Gegensatz mit der von mir angegebenen Zusammensetzung, die Menge des Wasserstoffs in demselben zu zwei Atomen gegen ein Atom Phosphor. Buff drückt sich nicht mit Bestimmtheit über die Zusammensetzung dieses Gases aus; er giebt nur an, dafs es mehr Phosphor als das aus der phosphorichten Säure bereitete enthalte.

Dumas bestimmte die Zusammensetzung des Gases durch Verbrennung desselben mit Sauerstoffgas, so wie durch Bestimmung des specifischen Gewichtes desselben, nachdem er in beiden Fällen die Menge des freien Wasserstoffgases untersucht hatte. Buff fand ebenfalls durch Verbrennung des Gases vermittelst Sauerstoffgas, dafs dasselbe mehr Phosphor, als das nicht selbstentzündliche Gas enthalte; die Resultate seiner Versuche weichen indessen sehr von einander ab.

Auch bei meinen Untersuchungen über die Zusammensetzung des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases versuchte ich, dieselbe durch Verbrennung vermittelst Sauerstoffgas zu bestimmen; ich fand aber dabei so viele Schwierigkeiten, aufser der Gefahr, mit welcher diese Versuche begleitet sind, dafs ich diese Methode bald verliefs, und andere einschlug, nach welchen die Zusammensetzung des Gases bestimmt wurde, ohne dafs die Gegenwart des in demselben in so sehr verschiedenen Mengen enthaltenen freien Wasserstoffgases von Einflufs auf das Resultat der Versuche seyn konnte.

Die Methoden, deren ich mich bei diesen Versuchen bediente, waren folgende:

1) Ich leitete das Gas über gewogene Mengen von Kupferchlorid und Kupferchlorür, wodurch ich, bei sehr geringer Erhitzung derselben, Phosphorkupfer erhielt, aus

dessen Zusammensetzung auf die des Phosphorwasserstoffgases geschlossen, die Verhältnisse von Phosphor und Wasserstoffgas folgten, die ich oben angegeben habe.

2) Da bei dieser Methode der Einwand gemacht werden konnte, dafs das Kupferchlorid und Kupferchlorür zum Theil durch das freie Wasserstoffgas des Phosphorwasserstoffgases reducirt würde, obgleich dabei eine so geringe Hitze angewandt wurde, dafs diese Reduction unmöglich dadurch stattfinden konnte, so wurden die Versuche auf die Weise abgeändert, dafs statt des Kupferchlorids und des Kupferchlorürs Schwefelkupfer und Schwefelnickel gewählt wurden, welche beide, selbst bei sehr erhöhter Temperatur, keine Veränderung durch Wasserstoffgas erleiden. Aus der Zusammensetzung des bei diesen Versuchen erhaltenen Phosphorkupfers und Phosphornickels wurde das Verhältnifs der Bestandtheile im Phosphorwasserstoffgase, wie es oben angegeben worden ist, bestätigt.

3) Diese Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases ergab sich auch aus der von mir gefundenen Zusammensetzung der unterphosphorichten Säure und deren Salze *). Die meisten der letzteren, welche alle durch Oxydation vermittelst Salpetersäure zweifach phosphorsaure Salze bilden, zerfallen durch die Einwirkung der Hitze in selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas und in ein neutrales phosphorsaures Salz, indem sie gerade so viel Wasser enthalten, dafs der Wasserstoff desselben mit der Hälfte des Phosphors in der Säure Phosphorwasserstoff, und der Sauerstoff des Wassers gemeinschaftlich mit dem der unterphosphorichten Säure mit der andern Hälfte des Phosphors Phosphorsäure bilden. Da nun die Zusammensetzung der unterphosphorichten Säure auf die Weise gefunden wurde, dafs durch eine gewogene Menge derselben Gold aus einer Goldchloridauflösung und

*) Diese Annalen, Bd. IX S. 361.

und Quecksilberchlorür aus einer Quecksilberchloridauflösung gefällt wurde, wodurch die Säure selbst sich in Phosphorsäure verwandelte, so folgte daraus auf das Unzweideutigste die Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases aus einem Atom Phosphor und drei Atomen Wasserstoff, wenn die Phosphorsäure als so zusammengesetzt angenommen wird, wie aus den Resultaten der Versuche von Berzelius und Dulong gefolgert werden mufs.

4) Der einzige Einwand, welcher gegen diese Schlüsse erhoben werden konnte, möchte vielleicht nur der seyn, dafs durch die Erhitzung der unterphosphorichtsauren Salze noch Wasserstoffgas aufser selbstentzündlichem Phosphorwasserstoffgas entwickelt wird, wodurch die Zusammensetzung von diesem Gase zu einem Atom Phosphor gegen zwei Atome Wasserstoff angenommen werden konnte. In der That erhält man auf diese Weise, wie schon oben bemerkt wurde, ein Gemenge von Wasserstoffgas und von Phosphorwasserstoffgas, aber in verschiedenen Verhältnissen nach den verschiedenen Wärmegraden, die bei der Erhitzung angewandt werden, jedoch dem Volumen nach vom ersteren gewöhnlich mehr als vom letzteren. Es ist schon oben bemerkt worden, dafs der Grund hiervon in der Zersetzung des Gases durch die Hitze zu suchen sey; weshalb auch aufser diesen Gasen sich auch freier Phosphor abscheidet. Auch geben die verschiedenen unterphosphorichtsauren Salze verschiedene Verhältnisse der beiden Gase *). — Um indessen auch diesen Einwand zu widerlegen, zersetzte ich durch das Gas, das durch Erhitzung der unterphosphorichtsauren Kalkerde gewonnen wurde, Kupferchlorid; erhielt aber ein Phosphorkupfer, welches in der Zusammensetzung dem gleich war, das aus Kupfer-

*) Diese Annalen, Bd. XII S. 288.

chlorid und aus Phosphorwasserstoffgas, welches auf andere Weise bereitet worden war, erhalten wird *).

Es ist besonders die Bestimmung des specifischen Gewichtes des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases durch Dumas, die nicht in Uebereinstimmung mit meiner Annahme der Zusammensetzung des Gases gebracht werden kann. Dumas fand dasselbe 1,761, und 2,288 Gramm das Gewicht eines Liters vom Gase **). Er gesteht selbst die grofsen Schwierigkeiten ein, die er bei dieser Bestimmung zu überwinden hatte, und dafs eine gewisse Unsicherheit bei seinen Versuchen nothwendig wegen des Gehalts des freien Wasserstoffgases im Phosphorwasserstoffgase hat stattfinden müssen.

Ich habe, um jeden Zweifel an der Richtigkeit meiner Angabe zu heben, ebenfalls das specifische Gewicht des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases bestimmt, aber ganz andere Resultate als Dumas erhalten. Ich wog das Gas nicht unmittelbar wie Dumas, sondern bediente mich einer Methode, welche zuerst Buff vor nicht sehr langer Zeit beschrieben hat ***).

Zur Darstellung des Gases wandte ich unterphosphorichtsaure Kalkerde an, welche durch Erhitzung ein Gas giebt, das im hohen Grade beim Zutritt der Luft selbstentzündlich ist. Das Salz wurde so viel wie möglich von seinem Decrepitationswasser befreit und dann in eine Glasröhre gethan, welche an einem Ende zugeschmolzen war. Unmittelbar oberhalb des Salzes wurde das

*) Diese Annalen, Bd. IX S. 373.

**) Nimmt man, nach Dumas, im selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgase ein Atom Phosphor mit zwei Atomen Wasserstoff verbunden an, so würde, wenn ein Volum des Gases 1½ Volume Wasserstoff enthält, das specifische Gewicht 1,72531 seyn, und 1 Liter des Gases würde 2,241 wiegen, wenn man das specifische Gewicht des Wasserstoffgases zu 0,06880 und das des Phosphordampfes zu 2,16281 annimmt.

***) Diese Annalen, Bd. XXII S. 242.

Glas durch Ausziehen sehr verengt, und in die darauf folgende Erweiterung einige ganze Stücke von geschmolzenem Chlorcalcium gebracht. Oberhalb des Chlorcalciums wurde wiederum die Glasröhre durch Ausziehen sehr verengt, so dafs der Durchmesser nicht mehr als ungefähr ein oder zwei Linien betrug; diese verengte Röhre wurde ungefähr in einer Entfernung von zwei bis drei Fufs vom Chlorcalcium abgeschnitten. Ich verband sie darauf vermittelst einer Cautschuckröhre mit einem kleinen, nicht mehr als 1 ½ Gramm wiegenden Hahn von Messing. Das Ganze wog ungefähr 50 Grammen, und enthielt so viel unterphosphorichtsaure Kalkerde, dafs daraus durch Erhitzung ein Cylinder, der etwas mehr als 1200 Cubikcentimeter enthält, zwei bis drei Mal mit Phosphorwasserstoffgas gefüllt werden konnte.

Der messingene Hahn konnte durch eine Mutter vermittelst einer Ueberwurfsschraube mit einem andern Hahne von Messing verbunden werden. Der Zwischenraum zwischen den beiden Hähnen war möglichst klein, so dafs er nur eine Luftblase von der Gröfse einer kleinen Erbse fassen konnte. Vermittelst einer Cautschuckröhre wurde die zweite Schraube mit einer Glasröhre verbunden, die auf die Weise gekrümmt worden war, wie bei dem Apparate, dessen sich Gay-Lussac und Liebig zuerst bei der Analyse des knallsauren Silberoxyds zur Auffangung der Gasarten bedienten. Die gekrümmte Röhre wurde in einen grofsen Cylinder geleitet, der mit Quecksilber gefüllt war, in welchen wieder ein graduirter Cylinder, der etwas mehr als 1200 Cubikcentimeter enthielt, über die Mündung der Glasröhre gesetzt wurde.

Nachdem der Hahn, der dem Cylinder mit Quecksilber am nächsten war, geöffnet worden, wurde der graduirte Cylinder heruntergedrückt, so dafs nur zwischen 5 bis 10 Cubikcentimeter atmosphärischer Luft in demselben blieben. Der Hahn wurde darauf geschlossen und vermittelst einer Cautschuckröhre mit einer Röhre,

welche mit Chlorcalcium gefüllt war, verbunden. Diese Röhre gehörte zu einem Apparat, in welchem Wasserstoffgas entwickelt wurde. Durch Oeffnen des Hahns füllte sich der graduirte Cylinder mit Wasserstoffgas, worauf der Hahn geschlossen und der Wasserstoffapparat entfernt wurde. Das Wasserstoffgas wurde darauf nach Oeffnung des Hahns durch Herunterdrücken des graduirten Cylinders bis ungefähr auf 5 bis 10 Cubikcentimeter entfernt. Dieser wurde dann auf dieselbe Weise von Neuem mit Wasserstoffgas gefüllt und wieder entleert. Nachdem diese Operation sechs bis sieben Mal wiederholt worden war, konnte ich wohl annehmen, dafs die zuletzt zurückbleibenden Antheile des Wasserstoffgases frei von atmosphärischer Luft waren.

Ich erhitzte darauf die Röhre mit der unterphosphorichtsauren Kalkerde zuerst sehr gelinde, bis dafs das Gas, welches aus dem mit dieser Röhre verbundenen geöffneten Hahne ausströmte, sich selbst entzündete. Schnell wurde darauf dann dieser Hahn vermittelst der Ueberwurfschraube mit dem zweiten Hahne verbunden, der geöffnet wurde, worauf das Phosphorwasserstoffgas in den graduirten Cylinder strömte. Nachdem derselbe beinahe gefüllt worden war, liefs ich bei geöffneten Hähnen den ganzen Apparat vollständig erkalten. Nachdem nun das Gas im Cylinder mit der äufseren atmosphärischen Luft in's Gleichgewicht gesetzt worden war, wurde die Röhre geschlossen, und die Röhre mit der unterphosphorichtsauren Kalkerde abgeschraubt. An der Mündung des Hahnes hatte sich immer, durch das Verbrennen des ausströmenden Phosphorwasserstoffgases, Phosphorsäure gebildet, welche abgewaschen wurde, worauf ich das Messing auf das Sorgfältigste trocknete. Die Röhre mit dem Kalksalze und mit dem ersten messingenen Hahne wurde dann gewogen.

Das im Cylinder enthaltene Gas wurde darauf aus demselben durch Oeffnen des Hahns und Herunterdrük-

ken des Cylinders bis auf 5 bis 10 Cubikcentimeter entfernt. Diese wurden sorgfältig gemessen, darauf auch die Mündung dieses Hahnes sorgfältig von anklebender Phosphorsäure gereinigt, und durch die Ueberwurfsschraube mit dem zweiten Hahne und der Röhre der unterphosphorichtsauren Kalkerde verbunden.

Durch langsames Erhitzen wurde nun ferner die unterphosphorichtsaure Kalkerde zersetzt. Das sich entbindende und im graduirten Cylinder sich sammelnde Gas besteht, wie ich diefs früher gezeigt habe, aus unzersetztem Phosphorwasserstoffgas mit vielem beigemengten Wasserstoffgase. Durch die zur Zersetzung des Salzes nöthige Hitze wird der gröfsere Theil des Phosphorwasserstoffgases in Wasserstoffgas und in Phosphor zerlegt. Ersteres mengt sich mit dem unzersetzten Phosphorwasserstoffgase, letzterer sublimirt in der Glasröhre. Nie verstärkte ich die Hitze so weit, dafs der Phosphor bis zu den Stücken des Chlorcalciums kommen konnte; gewöhnlich mengte er sich mit den vorderen Theilen des Salzes, welche nicht erhitzt wurden. Dafs daher oberhalb des Chlorcalciums die verengte Glasröhre zwei bis drei Fufs betrug, war eine unnöthige Vorsicht, die auch nur deshalb angewandt würde, um dem Einwande zu begegnen, dafs mit dem Gase auch eine wägbare Menge Phosphordampf in den Cylinder übergegangen wäre.

Nachdem eine hinreichende Menge des Gases sich entwickelt hatte, liefs ich den Apparat bei geöffneten Hähnen vollständig erkalten. Das Gas im Cylinder wurde darauf mit der äufseren atmosphärischen Luft in's Gleichgewicht gebracht, die Hähne dann geschlossen, die Röhre mit dem geglühten Salze abgeschraubt und gewogen. Der Gewichtsverlust zeigte das Gewicht der erhaltenen Mengung aus Wasserstoffgas und Phosphorwasserstoffgas an.

Das Volum dieser Mengung wurde sorgfältig gemessen; darauf eine etwas verdünnte Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd zu dem Gase gelassen, welche

durch längeres Kochen von aller atmosphärischen Luft befreit worden war. Nach ungefähr 36 Stunden war durch diese Auflösung alles Phosphorwasserstoffgas absorbirt und reines Wasserstoffgas zurückgelassen worden. Wurde nun das rückständige Gas gemessen, so ergab sich durch den Verlust das Volum des absorbirten Phosphorwasserstoffgases, und da aus dem Volum des rückständigen Wasserstoffgases auch das Gewicht desselben berechnet werden konnte, so ergab sich das Gewicht des erhaltenen Phosphorwasserstoffgases aus dem Gewichtsverlust, den die unterphosphorichtsaure Kalkerde erlitten hatte, nach Abzug des Gewichts vom Wasserstoffgase.

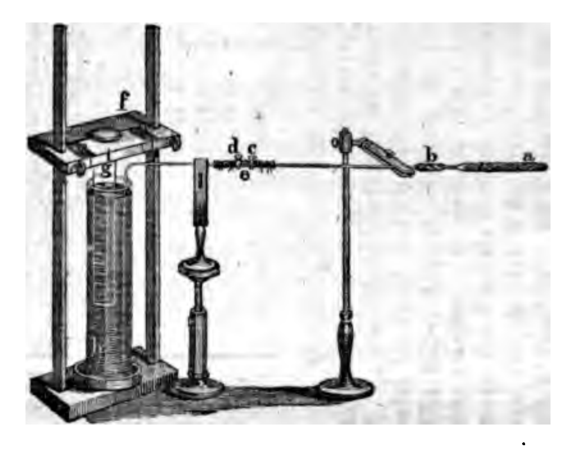
Es war bei diesen Versuchen nöthig, gewisse Vorsichtsmafsregeln zu nehmen. Das erhaltene Gemenge von Phosphorwasserstoffgas und Wasserstoffgas wurde als vollkommen trocken betrachtet, da es über Chlorcalcium geleitet wurde. Das nach Absorption des Phosphorwasserstoffgases erhaltene Wasserstoffgas nahm ich für vollkommen feucht an, da es einige Tage in Berührung mit der Auflösung der schwefelsauren Kupferoxydauflösung gewesen war. Es wurde ferner die Höhe der Säule von dieser Auflösung gemessen, und angenommen, dafs sie auf das Gas einen Druck ausübe, wie eine eben so hohe Säule von Wasser. Diese beiden Annahmen sind zwar unrichtig, aber die beiden Fehler, welche dadurch entstehen konnten, heben sich wohl fast auf; denn obgleich die verdünnte Kupferoxydauflösung nach der Absorption des Phosphorwasserstoffgases ein gröfseres specifisches Gewicht als Wasser hat, so haben auch auf der andern Seite die Dämpfe dieser Auflösung eine geringere Tension als die des Wassers.

Da durch Erzeugung des Phosphorkupfers der Cylinder inwendig an den Stellen, wo sich dasselbe abgelagert hatte, ganz undurchsichtig geworden war, so mufste derselbe bedeutend gehoben werden, um die Eintheilung des Cylinders, und um die Gränze zwischen der Kupferoxydauflösung und dem Quecksilber deutlich wahrnehmen

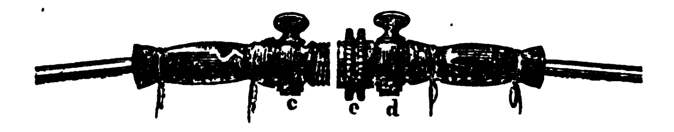
zu können. Die Höhe der inneren Quecksilbersäule wurde, wie sich von selbst versteht, genau gemessen.

Wenn die Menge der unterphosphorichtsauren Kalkerde zu zwei Versuchen hinreichte, so wurde für den zweiten Versuch der Cylinder mit Wasserstoffgas auf die obenerwähnte Art mehrmals gefüllt, und nach der letzten Füllung einige Cubikcentimeter Wasserstoffgas in denselben gelassen. Es wurde dann das durch Erhitzung erhaltene Gasgemenge in den Cylinder gebracht, ohne dasselbe zuerst, wie bei dem ersten Versuch, aus demselben zu entfernen.

Der Deutlichkeit wegen ist der beschriebene Apparat in beifolgendem Holzschnitt abgebildet worden. *a* ist der Theil der Glasröhre, in welchem die unterphosphorichtsaure Kalkerde liegt, *b* der Theil derselben, in welchem einige Stücke von geschmolzenem Chlorcalcium enthalten sind, *c* und *d* die beiden Hähne von Messing, welche durch die Ueberwurfsschraube *e* verbunden werden können, *f* eine hölzerne Stellung, durch welche, beim Auffangen des Gases, der graduirte Cylinder *g* aus dem Cylinder *h*, der mit Quecksilber gefüllt ist, gehoben werden kann. Der graduirte Cylinder kann, wenn der Theil *i* vom oberen Brette der hölzernen Stellung weggenommen wird, ganz in Quecksilber getaucht werden.



In beifolgendem zweiten Holzschnitte sind die beiden Hähne *c* und *d*, so wie die Ueberwurfsschraube *e* in natürlicher Gröfse abgebildet worden. Der Hahn *c* ist an der Röhre mit der unterphosphorichtsauren Kalkerde befestigt. Wurde er mit dem Hahne *d* verbunden, so wurde eine kleine Lederscheibe in die Mutter des Hahnes *c* gelegt.



Auf die beschriebene Weise habe ich vier Versuche angestellt, um das specifische Gewicht des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases zu finden. Sie haben Resultate gegeben, die unter einander übereinstimmten. In den angeführten Resultaten sind alle Volume von Gas, welche bei verschiedenen Temperaturen und Barometerständen gemessen worden waren, auf den Thermometerstand von 0° C. und auf einen Barometerstand von 0,76 Meter durch Rechnung gebracht worden.

Zahl der Versuche.	Gewichtsverl. der unterphosphorichtsauren Kalkerde in Grammen.	Erhaltenes Gemenge v. Phosphorwasserstoffgas u. Wasserstoffgas in Cubikcentimet.	Durch Kupferoxydauflösung absorbirtes Phosphorwasserstoffgas in Cubikcent.	Rückständiges Wasserstoffgas in Cubikcentimetern.	Gewicht des erhaltenen Wasserstoffgases in Grmm.	Gewicht des absorbirten Phosphorwasserstoffgases in Grmm.	Spec. Gew. des Phosphorwasserstoffgases.	Gew. ein. Lit. v. Phosphorwasserstoffg. in Grmm.
I.	0,543	1147,2	306,8	840,6	0,075	0,468	1,175	1,526
II.	0,592	1144,0	361,3	782,7	0,070	0.522	1,112	1,445
III.	0,399	1159,6	202,7	956,9	0,086	0,314	1,191	1,546
IV.	0,205	609,5	111,4	498,1	0,045	0,160	1,109	1,441

Wenn indessen das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas aus einem Atom Phosphor verbunden mit drei Atomen Wasserstoff besteht, und in einem Volum des Gases $1\frac{1}{2}$ Vol. Wasserstoff und $\frac{1}{4}$ Volum Phosphordampf zu einem Volum condensirt sind, so müfste der Berechnung nach das specifische Gewicht des Phosphorwasserstoffgases 1,1846 seyn, und ein Liter desselben 1,53889 Grm. wägen. Mit dieser Angabe stimmen die Resultate des ersten und dritten Versuchs sehr gut überein, weniger die des zweiten und dritten. Es liegt aber wohl in der Natur der Versuche, dafs die Resultate derselben nicht die höchste Genauigkeit erreichen können; jedoch wird durch sie die Zusammensetzung des Gases, wie ich sie durch frühere Versuche gefunden habe, auf das Vollkommenste bestätigt. — Ich habe schon oben angeführt, dafs Dumas das specifische Gewicht des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases zu 1,761 und das Gewicht eines Liters desselben zu 2,288 Grm. bestimmte, was von den von mir gefundenen Resultaten aufserordentlich abweicht.

Ich habe schon früher darauf aufmerksam gemacht, dafs das durch's Glühen der verschiedenen unterphosphorichtsauren Salze erhaltene Gasgemenge in verschiedenen Verhältnissen Wasserstoffgas und Phosphorwasserstoffgas enthält. Dieses verschiedene Verhältnifs zwischen beiden Gasarten rührt zum Theil von der Base her, mit welcher die unterphosphorichte Säure verbunden ist. Von allen unterphosphorichtsauren Salzen, welche ich untersucht habe, lieferte mir das unterphosphorichtsaure Bleioxyd das meiste Phosphorwasserstoffgas *). Von gröfserem Einflufs darauf indessen ist der Hitzgrad, der beim Glühen der unterphosphorichtsauren Salze angewandt wird. Wendet man beim Glühen der Salze eine plötzliche sehr starke Hitze an, so wird dadurch mehr von dem sich entbindenden Phosphorwasserstoffgase in Phosphor und in Wasserstoffgas zerlegt, als durch eine langsame und gelinde Hitze. Will man das Salz vollständig durch die Hitze zerlegen, so mufs gegen das Ende des Versuches die Temperatur so erhöht werden, dafs sich dann fast nur Wasserstoffgas entwickelt.

Bei den angeführten Versuchen waren bei II und III die Gasmengen aus einer und derselben Quantität von unterphosphorichtsaurer Kalkerde erhalten worden. Durch den Versuch II, in welchem das Salz gelinde erhitzt wurde, wurde ein Gasgemenge erhalten, in welchem sich das Volum des Phosphorwasserstoffgases zum Wasserstoffgase wie 1 zu 2,1 verhielt. Hingegen bei dem Versuche III, bei welchem das schon einmal erhitzte Salz zum zweiten Male, und zuletzt sehr stark erhitzt wurde, erhielt ich ein Gasgemenge, in welchem das Verhältnifs der beiden Gasarten wie 1 zu 4,7 war.

Meine Angaben des specif. Gewichts des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases werden selbst durch Versuche von Dumas bestätigt, der das specifische Gewicht des selbstentzündlichen Gases bestimmte, nachdem

*) Diese Annalen, Bd. XII S. 288.

dasselbe beinahe während eines Monats über Wasser gestanden hatte. Er that diefs in der Meinung, dafs das Gas, durch Absetzung eines Theils seines Phosphorgehalts sich in erstes, nicht selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas verwandele, dessen specifisches Gewicht er nach dieser Bereitung bestimmte, und es 1,214, so wie das Gewicht eines Liters 1,5777 Grm. schwer fand.

Es ist eine ziemlich allgemeine Meinung, dafs das selbstentzündliche Gas sich durch Absatz eines Theils seines Phosphors in nicht selbstentzündliches verwandelt; eine Meinung, die ich durch keinen Versuch bestätigt finden konnte. Ich habe zu sehr verschiedenen Zeiten selbstentzündliches Gas über Quecksilber und Wasser aufbewahrt, ohne je einen Phosphorabsatz bemerken zu können, wenn nicht durch unvorsichtiges Hinzutreten von etwas atmosphärischer Luft eine kleine Detonation stattgefunden hatte, wodurch bei der unvollständigen Verbrennung sich eine Phosphorhaut absetzt. Aber das Gas, das ich zu allen meinen Versuchen gebrauchte, wurde immer durch eine Röhre von 3 bis 4 Fufs Länge geleitet, welche mit Chlorcalcium angefüllt war. Diefs geschah auch selbst wenn zu den Versuchen, zu welchen es verwandt werden sollte, nicht nöthig war, dafs es vollkommen trocken sey. Wenn durch vorsichtige Leitung keine Detonation in der Röhre stattfand, so hatte sich Phosphor an dem vorderen Ende der Röhre auf die Stücke des Chlorcalciums abgesetzt, nie auf die in dem Theile der Röhre, welcher von dem Apparate, in welchem das Gas entwickelt wurde, am entferntesten war.

Die Ursach hiervon liegt in folgenden Umständen: Wenn Phosphorwasserstoffgas durch Kochen einer Kaliauflösung mit Phosphor entwickelt wird, so ist es nothwendig, dafs mit dem Gase und den zugleich entweichenden Wasserdämpfen auch Dampf vom Phosphor sich entwickelt, der in einer Atmosphäre von Wasserdampf, Wasserstoffgas und Phosphorwasserstoffgas bei

einer niedrigeren Temperatur sich verflüchtigt, als in der seines eigenen Gases. So wie aber das Phosphorwasserstoffgas durch das Strömen durch eine lange Röhre vollständig erkaltet, setzt es mit dem Wasser auch den Phosphor ab, der als Dampf mechanisch dem Phosphorwasserstoffgase beigemengt war.

Dieselbe Erscheinung mufs stattfinden, wenn man das Phosphorwasserstoffgas durch Behandlung von Phosphor mit Kalkmilch bereitet; und auch wenn Phosphorkalk mit Wasser gekocht wird, da derselbe ein Phosphorcalcium enthält, welches bei der Behandlung mit Wasser Phosphor absetzt *).

Wägt man daher Phosphorwasserstoffgas im feuchten Zustande mit dem Phosphor, der sich bei der Bereitung des Gases verflüchtigt hat, so ist es leicht möglich, dafs es schwerer seyn kann, als ein solches Gas, welches von dem überschüssigen Phosphor gereinigt ist. Auf diese Weise nur kann das höhere specifische Gewicht des Gases, wie es Dumas gefunden hat, erklärt werden.

Ich habe die Versuche von Dumas, die Zusammensetzung des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases durch Verbrennung desselben in einer gemessenen Menge von Sauerstoffgas zu bestimmen, in neueren Zeiten nicht wiederholt, weil ähnliche von mir in früheren Zeiten angestellte keine genügende Resultate gegeben hatten. Dumas konnte diese Versuche nur mit vielen Umwegen anstellen, indem er das selbstentzündliche Gas mit vielem Kohlesäuregas und überschüssigen Sauerstoffgas mengte, und daher nur sehr kleine Quantitäten des zu untersuchenden Gases anwenden konnte. Er glaubt bei dieser Verbrennung nur phosphorichte Säure und nicht Phosphorsäure erhalten zu haben **), was im Widerspruch steht, theils mit Versuchen, die Dumas selbst angestellt

*) Diese Annalen, Bd. XII S. 549.

**) *Annales de chim. et de phys. T. XXXI p.* 142.

hat, theils auch mit denen, welche Buff anführt, nach welchem bei einem Ueberschufs von Sauerstoffgas durch's Verbrennen des selbstentzündlichen Gases keine phosphorichte Säure erhalten wird *). Dumas führt auch keinen Versuch an, um zu zeigen, dafs in dem erhaltenen Product der Verbrennung phosphorichte Säure enthalten sey. Uebrigens fand er, dafs nach Abzug des freien Wasserstoffgases, das im selbstentzündlichen Gase enthalten ist, 3 Volume von diesem 5,5 Volume Sauerstoffgas zur Verbrennung erfordern. Wird hierbei Phosphorsäure gebildet, wie diefs mehr als wahrscheinlich ist, so wären 6 Volume Sauerstoffgas zur Verbrennung nöthig, wenn das Gas aus 1 Atom Phosphor vorbunden mit 3 At. Wasserstoff bestände, und in einem Volum des Gases $1\frac{1}{2}$ Volum Wasserstoff enthalten sind.

Phosphorwasserstoffgas aus der phosphorichten Säure.

Dumas und Buff fanden, dafs das Phosphorwasserstoffgas, welches durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhalten wird, das Doppelte seines Volums an Sauerstoffgas zur vollständigen Verbrennung erfordert, woraus, da ein Volum des Gases anderthalb Volume Wasserstoffgas enthält, sie den Schlufs ziehen konnten, dafs in diesem Phosphorwasserstoffgase, 1 At. Phosphor mit 3 Atomen Wasserstoff verbunden sey, — eine Zusammensetzung, welche der des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases nach meinen Angaben gleich ist.

Dumas hat nicht, wie schon oben bemerkt worden ist, dieses Resultat durch die Bestimmung des specifischen Gewichts des Gases bestätigt; denn er hat nur das des selbstentzündlichen Gases genommen. Buff in-

*) Diese Annalen, Bd. XVI S. 365.

dessen hat das specifische Gewicht des Phosphorwasserstoffgases, das durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhalten wird, bestimmt *).

Ich hatte bei den Versuchen über die Zusammensetzung dieses Gases dieselbe nur auf die Weise bestimmt, dafs ich das Gas über gewogene Mengen von Kupferchlorid leitete, um aus der Zusammensetzung des erhaltenen Phosphorkupfers auf die des Gases zu schliefsen. Ich fand, dafs sich hierbei in vielen Fällen ein Phosphorkupfer erzeuge, das sich in der Zusammensetzung nur wenig oder gar nicht von dem unterscheidet, welches durch Einwirkung des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases auf Kupferchlorid erhalten wird, dafs indessen in manchen Fällen das erhaltene Phosphorkupfer mehr Phosphor enthalten könne. Weil diese Versuche nicht mit einander übereinstimmten, äufserte ich mich nicht bestimmt über die Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases, welches durch Erhitzung der phosphorichten Säure erhalten wird **). Ich machte es durch Versuche wahrscheinlich, dafs wenn die phosphorichte Säure rasch und stark erhitzt wird, sich ein Gas entwickelt, das reicher an Phosphor sey, dafs dann mehr Wasser aus der Säure unzersetzt entweiche, und die zurückbleibende Phosphorsäure an Gewicht geringer sey, als wenn zur Erhaltung der phosphorichten Säure eine gelinde und langsame Erhitzung angewandt wird.

Bei der Wiederholung der Versuche, um die wahre Zusammensetzung des Gases zu finden, versuchte ich, dasselbe mit Sauerstoffgas zu verbrennen, wie es Dumas und Buff gemacht hatten. Schon in früheren Zeiten habe ich diese Verbrennung angestellt, ohne indessen

*) Diese Annalen, Bd. XXII S. 252.

**) Ebend. Bd. VIII S. 199.

genaue Resultate hierdurch erhalten zu haben. Auch jetzt ist es mir nicht möglich gewesen, recht entscheidende Erfolge durch diese Versuche zu bekommen. Dabei sind dieselben fast noch gefährlicher, als die, bei welchen selbstentzündliches Gas mit Sauerstoffgas verbrannt wird.

Leitet man das Gas in eine Röhre, welche Sauerstoffgas enthält, so entzündet sich jede Blase des hineingeleiteten Gases von selbst, wenn das Sauerstoffgas innerhalb der Röhre durch seinen Stand über dem Quecksilber einen geringeren Druck hat, als die äufsere atmosphärische Luft; eine Erscheinung, welche zuerst Houtou-Labillardière schon vor langer Zeit beobachtet hat. Aber da das hineingeleitete Phosphorwasserstoffgas hierbei vor der Entzündung nicht überall in voller Berührung mit dem Sauerstoffgas gewesen war, so ist immer die Verbrennung nur unvollständig, und man bemerkt einen Absatz von Phosphor.

Mischt man in nicht hohen Röhren das Phosphorwasserstoffgas mit Sauerstoffgas über Quecksilber, so entzündet sich ersteres nicht von selbst, weil der Druck des Quecksilbers stärker ist. Hat man auf diese Weise das zu untersuchende Gas mit ungefähr 3 Theilen Sauerstoffgas gemischt und einige Zeit über Quecksilber stehen lassen, so kann man blasenweise diese Mischung in Sauerstoffgas leiten, das in einer Röhre enthalten ist, in welcher das Quecksilber höher steht, als aufserhalb derselben, ohne dafs eine Selbstentzündung erfolgt. Man kann durch eine darunter gestellte Lampe ohne Gefahr eine kleine Menge der Mischung in Sauerstoffgas vollständig verbrennen; wenn man indessen dann das Ganze sehr lange hat vollständig erkalten lassen, so entzündet sich dann jedesmal die zweite Menge der zu dem Sauerstoffgase hineingeleiteten Mischung vom Phosphorwasserstoffgas und Sauerstoffgas von selbst. Bei aller Vorsicht ist

es dann schwer, bei oft hineingeleiteten Mengen, eine Zertrümmerung der Röhre zu vermeiden.

Ich verliefs daher die Methode der Untersuchung, und suchte die Zusammensetzung des Gases durch die Bestimmung des specifischen Gewichtes desselben zu finden. Ich bediente mich dabei desselben Apparates, wie bei der Bestimmung des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases. Bei diesen Versuchen wurde die zum Auffangen des Gases bestimmte graduirte Röhre zuerst mit Wasserstoffgas, und nach Entfernung desselben mit Phosphorwasserstoffgas gefüllt. Nachdem auch diese Röhre wiederum gröfstentheils von demselben entleert worden war, wurde das zur Untersuchung des specifischen Gewichtes bestimmte Gas in dieselbe geleitet. Das Gas ging vorher durch eine Röhre, die weit mehr Chlorcalcium enthielt, als zur Absorption des entweichenden Wassers nothwendig war. Die phosphorichte Säure wurde in einer kleinen Retorte von grünem Glase erhitzt, welches nicht leicht von Säuren angegriffen wird. Sowohl die Retorte als die damit verbundene Röhre mit Chlorcalcium wurden sorgfältig vor und nach dem Versuche gewogen. Sehr oft wurde dieselbe Menge von Säure in einer Retorte zu zwei, auch wohl zu drei Versuchen gebraucht; aber es wurden nicht die Mengen des Gases, die zuletzt erhalten wurden, zur Untersuchung angewandt.

Da die Verschiedenheit der Resultate meiner früheren Versuche nur daher rühren konnte, dafs das Phosphorwasserstoffgas, das durch rasche und starke Erhitzung der phosphorichten Säure erhalten wird, phosphorreicher sey, als das durch langsame Erwärmung gewonnene, so wurden die Versuche mehrmals wiederholt, und die Erhitzung dabei geschah theils langsam und schwach, theils rasch und stark. Bei einer schwachen langsamen Erhitzung dauerte der Versuch, wenn ungefähr 300 Cubikcentimeter des Gases erhalten wurden, 4 bis 5 Stunden, bei einer starken nur eine Viertel oder halbe Stunde.

Das

Das Volum des erhaltenen Gases wurde durch Rechnung auf 0° Thermometerstand und 0,76 Meter Barometerstand gebracht.

Die Resultate der Versuche waren folgende:

Zahl der Versuche.	Art der Erhitzung.	Gewichtsverlust der phosphorichten Säure in Grm.	Erhaltenes Phosphorwasserstoffgas in Cubikcentim.	Specifisches Gewicht des Phosphorwasserstoffgases.	Gewicht eines Liters vom Phosphorwasserstoffgas in Grammen.
No. I.	schnelle Erhitzung	0,316	206,5	1,175	1,530
- II.	schnelle Erhitzung	0,341	229,5	1,142	1,464
- III.	schnelle Erhitzung	0,228	149,6	1,173	1,524
- IV.	schnelle Erhitzung	0,207	130,5	1,221	1,586
- V.	langsame Erhitzung	0,215	149,0	1,111	1,443
- VI.	langsame Erhitzung	0,159	110,9	1,103	1,433

Aus diesen Versuchen ergiebt sich, dafs der Unterschied in der Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases, welches durch rasche oder durch langsame Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhalten wird, zwar sehr wenig bedeutend ist, aber doch regelmäfsig zu seyn scheint. Es ist möglich, dafs vielleicht das Gas, das durch rasche Erhitzung erhalten wird, etwas überschüssigen Phosphor aufgelöst enthalte, dessen geringe Menge hinreichend seyn kann, wenn eine grofse Menge des Gases sehr lange über Kupferchlorid geleitet wird, letzteres in ein Phosphorkupfer zu verwandeln, dessen Zusammensetzung nicht der des Phosphorwasserstoffgases entspricht. Denn auf andere Weise kann ich die Thatsache nicht erklären, dafs ich bei meinen früheren Versuchen durch dieses Gas oft ein phosphorreicheres Phosphorkupfer aus Kupferchlorid erhalten habe, als durch das selbstentzündliche Gas. Bei der Erhitzung der phosphorichten Säure wird übrigens, wenn nicht in den Apparaten eine Verpuffung stattgefunden hat, nie bei irgend einer Periode der Destillation freier Phosphor abgesetzt.

Wenn das durch rasche Erhitzung der phosphorichten Säure erzeugte Gas eine sehr geringe Spur von Phosphor aufgelöst enthält, auf ähnliche Weise vielleicht wie flüssige Chlormetalle, ätherische und fette Oele, Alkohol und Aether Spuren von Phosphor auflösen können, so ist es auffallend, dafs diefs bei dem selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgase nicht der Fall ist, da dieses Gas bei seiner Entwickelung mit Phosphordämpfen gemengt ist. Es mag hier wohl die Gegenwart des freien Wasserstoffgases seyn, welche die Auflösung des Phosphors hindert; auf ähnliche Weise, wie die geringen Mengen von im Alkohol aufgelösten Phosphor gefällt werden, wenn ersterer mit Wasser gemischt wird. — Da mir indessen die Erklärungen nicht vollkommen genügend erscheinen, so behalte ich es mir vor, in Zukunft diesen Gegenstand einer genaueren Erörterung zu unterwerfen.

Aus den mitgetheilten Resultaten ergiebt sich jedoch genügend, dafs das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas und das Gas, das durch Erhitzung der phosphorichten Säure erhalten wird, dieselbe Zusammensetzung haben. Schon seit längerer Zeit wurde ich durch andere Untersuchungen zu diesem auffallenden Resultate geführt, das ich nicht öffentlich auszusprechen wagte, weil ich zu grofsen Widerspruch fürchtete. Ich habe deshalb die Einwirkung beider Gase auf eine grofse Anzahl von Substanzen sorgfältig studirt, um in dem Verhalten beider gegen letztere Verschiedenheiten zu finden. Als ich indessen hierbei nur die vollkommenste Gleichheit fand, wagte ich die Gleichheit der Zusammensetzung beider Gase noch nicht früher förmlich auszusprechen, als bis es mir gelungen war, nach Belieben das eine Gas in das andere zu verwandeln, das heifst, das Gas aus der phosphorichten Säure bei Berührung mit atmosphärischer Luft selbstentzündbar zu machen, und dem an der Luft sich von selbst entzündlichen Phosphorwasserstoffgas die Selbstentzündlichkeit zu nehmen, ohne doch in dem einen oder dem anderen Fall die Zusammensetzung zu ändern. Es werden weiter unten diese Versuche angeführt werden.

Die beiden Arten des Phosphorwasserstoffgases, das selbstentzündliche und das aus der phosphorichten Säure bereitete, sind also isomerisch. Es ist diefs das erste bekannte Beispiel von Isomerie bei zwei gleich zusammengesetzten Gasarten, deren Bestandtheile auch auf dieselbe Weise gleich verdichtet sind. Die Thatsache übrigens, dafs beide Gase dieselbe Zusammensetzung haben, wird jetzt um so weniger Widerspruch erfahren, da in neueren Zeiten sich die Anzahl der isomerischen Körper bedeutend vermehrt hat.

Es ergiebt sich aus früheren Versuchen von Gay-Lussac und Thénard, so wie aus denen von Dumas und Buff, dafs in beiden Gasen die Bestandtheile auf gleiche Weise condensirt sind, das heifst, dafs ein Vo-

lum des Phosphorwasserstoffgases anderthalb Volume Wasserstoff enthält. Ich selbst habe über diesen Gegenstand keine neuere Untersuchungen angestellt.

Ich mufs hier noch erwähnen, dafs man, wie auch schon Dumas bemerkt *), manchmal durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure ein Gas erhält, welches freies Wasserstoffgas enthält. Dumas erklärt diese Thatsache dadurch, dafs sich dann auch freier Phosphor absetzt, was ich indessen nie bemerken konnte, wenn keine Detonation stattgefunden hatte. Wenn ich phosphorichte Säure in kleinen grünen Retorten erhitzte, deren Glas von Säuren nicht angegriffen wurde, bemerkte ich die Bildung des freien Wasserstoffgases nur ganz zuletzt, wenn die Temperatur bedeutend erhöht wurde und die gebildete Phosphorsäure bei der starken Hitze auf das Glas wirkte. In Retorten hingegen von weifsem Glase, deren Glas leichter von Säuren angegriffen wird, zeigt sich die Bildung des freien Wasserstoffgases schon bei einer niedrigeren Temperatur. Immer aber ist, wenn sich freies Wasserstoffgas zeigt, das Glas stark angegriffen, in welchem die phosphorichte Säure erhitzt wird. Unstreitig rührt also die Entstehung des freien Wasserstoffgases davon her, dafs durch das Alkali des Glases sich phosphorichtsaures Alkali gebildet hat, welches, wie ich früher gezeigt habe **), sich unter Wasserstoffgasentwicklung durch's Erhitzen in phosphorsaures Alkali umwandelt. Die Kieselsäure des Glases wird dabei ausgeschieden, weshalb die rückständige Säure ein emailartiges Ansehen erhält.

Man mufs daher bei der Bereitung des Phosphorwasserstoffgases aus phosphorichter Säure Retorten von weifsem Glase vermeiden. Frühere Versuche von mir, um das specifische Gewicht des Gases der phosphorich-

*) *Annales de chimie et de physique, T. XXXI. p.* 122.

**) Diese Annalen, Bd. IX S. 28.

ten Säure zu bestimmen, bei denen letztere in Retorten aus weifsem Glase erhitzt wurde, gaben daher unrichtige Resultate. Ich will dieselben indessen hier anführen, weil ich auch hierbei unter gleichen Umständen durch rasche Erhitzung ein schwereres phosphorreicheres Gas erhielt, als bei langsamer Erhitzung.

Zahl der Versuche.	Art der Erhitzung,	Gewichtsverlust der phosphoricht. Säure in Grmm.	Erhaltenes Phosphorwasserstoffgas in C. C.	Specif. Gew. des Gases.	Gewicht eines Lit. des Gases in Grmm.
No. I.	schnelle Erhitzung	0,197	135,6	1,118	1,452
- II.	schnelle Erhitzung	0,2115	142,8	1,140	1,482
- III.	schnelle Erhitzung	0,200	134,9	1,142	1,483
No. IV.	langsame Erhitzung	0,1435	108,0	1,023	1,329

Das Volumen des bei diesen Versuchen erhaltenen Gases war durch Rechnung auf 0° Thermometerstand und 0,76 Meter Barometerstand gebracht worden.

Phosphorwasserstoffgas aus der unterphosphorichten Säure.

Ich habe früher gezeigt, dafs das Gas, welches durch Erhitzung der wasserhaltigen unterphosphorichten Säure erzeugt wird, in allen Stücken dem aus der phosphorichten Säure gleicht *). Dumas hat bei seinen Untersuchungen dasselbe Resultat erhalten; er giebt aber an, dafs bei der Art, wie er sich die Zersetzung der Säure vorstellt, aufser dem Phosphorwasserstoffgas sich auch freier Phosphor sublimirt, was er sich nur auf die Weise erklären kann, dafs er sich die unterphosphorichte Säure

*) Diese Annalen, Bd. IX. S. 225.



aus phosphorichter Säure und Phosphorwasserstoff zusammengesetzt denkt *). Ich habe bei der Zersetzung der unterphosphorichten Säure durch die Hitze nicht eine Spur von freiem Phosphor bemerken können, wenn im Apparate nicht eine Detonation stattgefunden hatte; auch habe ich gezeigt, dafs die Zusammensetzung der unterphosphorichten Säure wohl wie eine Verbindung von Phosphorwasserstoff mit Phosphorsäure, aber nicht mit phosphorichter Säure betrachtet werden könne **).

Phosphorwasserstoffgas aus dem Phosphorkalk durch Chlorwasserstoffsäure erhalten.

Dumas hat durch Behandlung des Phosphorkalks und des Phosphorbaryts vermittelst eines Ueberschusses von Chlorwasserstoffsäure ein Phosphorwasserstoffgas erhalten, das rein von freiem Wasserstoffgas, und nach ihm Phosphorwasserstoffgas im Minimum von Phosphor ist ***). Ich habe keine Untersuchungen mit diesem Gase angestellt; ich will daher hier nur bemerken, dafs wenn auf diese Weise ein Phosphorwasserstoffgas entbunden wird, welches kein freies Wasserstoffgas enthält, diefs aus dem Grunde geschieht, dafs die freie Kalkerde oder Baryterde durch die Chlorwasserstoffsäure gesättigt werden. Da nun in diesen Fällen keine freien Basen vorhanden sind, so können auch die unterphosphorichtsauren Salze, welche durch Auflösung der Phosphorverbindungen entstehen, durch Erwärmung nicht unter Entbindung von freiem Wasserstoffgase in phosphorsaure Salze verwandelt werden. Dafs sich hierbei reiner Phosphor absetzt, rührt von der Zersetzung des Phosphorcalciums und Phosphorbaryums her, welche, wie das Phosphorka-

*) *Annales de chimie et de physique, XXXI p.* 123.

**) Diese Annalen, Bd. IX S. 382.

***) *Annales de chimie et de physique, T. XXXI p.* 132.

lium, bei diesen Versuchen in unterphosphorichtsaure Salze, freien Phosphor und Phosphorwasserstoffgas zersetzt werden *).

Phosphorwasserstoffgas aus dem phosphorichtsauren Manganoxydul- und Bleioxyd, sowie aus dem unterphosphorichtsauren Kobalt- und Nickeloxyd.

Bei meinen Untersuchungen über die phosphorichtsauren und unterphosphorichtsauren Salze fand ich, dafs von ersteren die meisten Wasserstoffgas, und von letzteren die meisten selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas beim Erhitzen entwickeln, wobei dann in beiden Fällen nach dem Glühen ein Rückstand erhalten wird, der aus einem neutralen phosphorsauren Salze besteht, wenn nämlich das angewandte Salz auch neutral war. Nur einige unterphosphorichtsaure Salze, wie das unterphosphorichtsaure Kobalt- und Nickeloxyd, machen hiervon in sofern eine Ausnahme, dafs sie beim Erhitzen ein saures phosphorsaures Salz bilden, während dabei ein Gas entwickelt wird, welches, wenn man es nicht als ein Gemenge betrachten will, wesentlich aus 1 Atom Phosphor und 5 Atomen Wasserstoffgas zusammengesetzt ist **). Dasselbe Gas entbindet sich auch beim Erhitzen des phosphorichtsauren Bleioxyds- und Manganoxyduls, in welchem Falle indessen ein basisches phosphorsaures Salz als Rückstand bleibt ***). Bei der Erhitzung dieser Salze wird weniger Wasser zersetzt, als sonst beim Erhitzen anderer unterphosphorichtsaurer und phosphorichtsaurer Salze zersetzt wird.

*) Diese Annalen, Bd. XII S. 549.

**) Ebend. Bd. XII S. 90.

***) Ebend. Bd. IX S. 35.

Ich liefs es früher zweifelhaft, ob das durch diese Salze erhaltene Gas ein Gemenge von Wasserstoffgas und Phosphorwasserstoffgas, oder ob es ein eigenthümliches Gas sey, das durch Zersetzung vermittelst der Hitze beigemengtes Wasserstoffgas enthält *). Zwar fand ich, dafs nur eine sehr geringe Menge davon von Quecksilberchlorid- oder Silberoxydauflösung absorbirt wird, und dafs hierbei der gröfste Theil vom Volum des Gases als Wasserstoffgas zurückbleibt; doch schien mir auch wieder die Ansicht, dafs das Gas ein eigenthümliches sey, deshalb nicht ganz unwahrscheinlich, weil dann die Wasserstoffmengen in den beiden Arten von Phosphorwasserstoff sich wie 3 zu 5 verhielten, wie die Sauerstoffmengen in der phosphorichten Säure und in der Phosphorsäure.

Durch die Bestimmung des specifischen Gewichts des Gases, welches durch Erhitzung vom phosphorichtsauren Bleioxyd erhalten wird, habe ich gesucht, diese Frage zu entscheiden. Der Versuch wurde ganz auf dieselbe Weise angestellt, wie die, durch welche das specifische Gewicht des selbstentzündlichen Gases gefunden wurde. Die Resultate des einzigen Versuchs, den ich zu diesem Zweck anstellte, waren, nachdem bei den erhaltenen Zahlen dieselben Correctionen angebracht worden waren, deren ich früher in dieser Abhandlung erwähnt habe, folgende:

Gewichtsverlust des phosphorichtsauren Bleioxyds 0,106 Grm., erhaltenes Gemenge von Phosphorwasserstoffgas und Wasserstoffgas 771,1 Cubikcentim., durch Kupferoxydauflösung absorbirtes Phosphorwasserstoffgas 24,9 Cubikcentim., rückständiges Wasserstoffgas 746,2 Cubikcentimeter, Gewicht des erhaltenen Wasserstoffgases 0,067 Grm., Gewicht des absorbirten Phosphorwasserstoffgases 0,039 Grm., specifisches Gewicht des Phos-

*) Diese Annalen, Bd. IX S. 215.

phorwasserstoffgases 1,205, Gewicht eines Liters vom Phosphorwasserstoffgase 1,566 Grm.

Gegen diesen Versuch kann man freilich mit Recht einwenden, dafs das erhaltene Volum vom Phosphorwasserstoffgase zu gering war, um daraus das specifische Gewicht desselben zu berechnen. Es ist indessen eine ziemlich grofse Menge vom phosphorichtsauren Bleioxyd nöthig, um aus demselben ein bedeutendes Volum des Gases durch's Erhitzen zu erhalten. Bei Anwendung einer gröfseren Menge des zu zersetzenden Salzes würde aber durch die dadurch entstandene mindere Empfindlichkeit meiner Waage der durch's Glühen bewirkte Gewichtsverlust weniger genau bestimmt worden seyn. Es reicht übrigens das Resultat dieses Versuchs vollkommen hin, um die vollkommene Gleichheit des erhaltenen Phosphorwasserstoffgases mit dem auf andere Weise bereiteten zu zeigen. Das Verhältnifs des unzersetzten Phosphorwasserstoffgases zu dem durch Zersetzung desselben entstandenen Wasserstoffgases, und dem zugleich noch aufser diesem entbundenen Wasserstoffgase ist aufserordentlich gering; es ist wie 1 zu 30. Dafs sich durch Zersetzung des Phosphorwasserstoffgases auch bei dieser Gelegenheit aufser freiem Wasserstoffgase auch Phosphor zeigt', habe ich früher schon erwähnt.

Ueber die Verbindungen des Phosphorwasserstoffs mit anderen Körpern.

Der Phosphorwasserstoff hat hinsichtlich seiner Zusammensetzung mit keiner andern Substanz Aehnlichkeit, als mit dem Ammoniak, und, nach Soubeiran's und Dumas's Untersuchungen, mit dem Arsenikwasserstoff. Im Ammoniak ist ein halbes Volum Stickstoff und anderthalb Volume Wasserstoff zu einem Volum condensirt, wie im Phosphorwasserstoff ein halbes Volum Phos-

phor ebenfalls mit anderthalb Volumen Wasserstoff. Bei Vergleichung der Eigenschaften des Ammoniaks mit denen des Phosphorwasserstoffs finden wir weit weniger Aehnlichkeiten, als man sonst bei Körpern von ähnlicher Zusammensetzung findet. Ich habe, dieses Widerspruchs wegen, die Eigenschaften des Phosphorwasserstoffs im Vergleich mit denen des Ammoniaks genauer untersucht; aus den Resultaten, die ich bei meinen Untersuchungen gefunden habe, geht indessen hervor, daſs in der That beide Substanzen hinsichtlich der Eigenschaften ihrer Verbindungen mehr Aehnlichkeit mit einander haben, als man es bis jetzt glaubte, und daſs die Verschiedenheit zwischen ihnen mehr scheinbar ist.

Diese Verschiedenheit in den chemischen Eigenschaften beider rührt vorzüglich wohl davon her, daſs das Ammoniak im Wasser sehr leicht, der Phosphorwasserstoff hingegen nur in sehr geringer Menge auflöslich ist; noch mehr aber wohl davon, daſs im Ammoniak der Stickstoff zu dem Wasserstoff eine weit gröſsere Verwandtschaft hat, als im Phosphorwasserstoff der Phosphor zum Wasserstoff. Während daher das Ammoniak sich bei der gewöhnlichen Temperatur mit den meisten Substanzen unzersetzt verbindet, und nur von wenigen in Stickstoff und Wasserstoff zerlegt wird, wird der Phosphorwasserstoff von sehr vielen Substanzen zersetzt, und von einer geringeren Zahl unzersetzt zu salzartigen Verbindungen aufgenommen. Das Ammoniak wird erst durch eine sehr starke Hitze zerlegt, das Phosphorwasserstoffgas, sowohl das selbstentzündliche, als auch das aus der phosphorichten Säure erhaltene, wird schon durch die Hitze einer Spirituslampe, wenigstens theilweise, in Phosphor und Wasserstoff verwandelt.

Die höchst geringe Auflöslichkeit des Phosphorwasserstoffs im Wasser scheint wohl eine der Hauptursachen zu seyn, daſs dasselbe sich nicht mit Sauerstoffsäuren zu Salzen verbindet. Es ist mir vorzüglich nur gelungen, den Phosphorwasserstoff mit wasserfreien Substanzen zu ver-

binden; alle Verbindungen aber, die er bildet, werden durch Wasser zersetzt, und durch Wasser aus diesen Verbindungen der Phosphorwasserstoff gasförmig ausgetrieben. Da nun das Ammoniak nur bei Gegenwart von Wasser sich mit den Sauerstoffsäuren unzersetzt zu verbinden scheint, und es möglich ist, dafs die Basen, welche in der Zusammensetzung Aehnlichkeit mit dem Ammoniak haben, nur wasserhaltige Salze mit Sauerstoffsäuren bilden, so mag auch in der geringen Verwandtschaft des Phosphorwasserstoffs zum Wasser der Grund liegen, dafs ersteres sich nicht mit den Sauerstoffsäuren verbinden kann.

Die *Schwefelsäure* verbindet sich zwar, wie diefs schon Buff *) angegeben hat, mit dem Phosphorwasserstoff, aber dieser Verbindung fehlen durchaus alle Eigenschaften eines Salzes. Es ist nur die concentrirte (englische) Schwefelsäure, welche hineingeleitetes Phosphorwasserstoffgas unzersetzt absorbirt. Wird diese Auflösung in Wasser getröpfelt, so entwickelt sich dadurch sogleich Phosphorwasserstoffgas, welches sich nicht an der Luft von selbst entzündet, wenn auch zur Bereitung der Auflösung selbstentzündliches Gas angewandt worden war. Das Wasser löst dann indessen so viel vom Phosphorwasserstoff auf, als es aufzulösen vermag; die Auflösung bringt in einer salpetersauren Silberoxydauflösung eine schwarze, und in Quecksilberchloridauflösung eine gelbe Fällung hervor, gerade so wie diefs auch geschieht, wenn Phosphorwasserstoffgas durch diese Auflösungen geleitet wird — ein Beweis, dafs die Schwefelsäure das Phosphorwasserstoffgas aufgelöst hat, ohne es zu zersetzen.

Wird die Auflösung des Phosphorwasserstoffs in concentrirter Schwefelsäure selbst auch in Flaschen aufbewahrt, welche vollkommen gegen den Zutritt der Luft geschützt sind, so verändert sie sich schon nach 24 Stunden. Die Säure wird undurchsichtig durch ein gelbes Pul-

*) Diese Annalen, Bd. XVI S. 366.

ver, das in ihr suspendirt ist, und sich absetzt, wenn sie mit Wasser verdünnt wird; sie stöſst dabei einen starken Geruch nach schweflichter Säure aus. Wird die mit Wasser verdünnte Auflösung filtrirt, wenn sie nicht mehr nach schweflichter Säure riecht, so findet man in der vom gelben Pulver abfiltrirten Flüssigkeit durch Reagentien die Gegenwart von Phosphorsäure. Das gelbe Pulver ist reiner Schwefel, ohne eine Spur von Phosphor, denn durch rauchende Salpetersäure vollkommen oxydirt, giebt es keine Spur von Phosphorsäure.

Feste wasserfreie Schwefelsäure verbindet sich gar nicht mit Phosphorwasserstoffgas. Leitet man dasselbe im gut getrockneten Zustande über wasserfreie Schwefelsäure, so entwickelt sich sogleich, selbst bei ziemlich niedriger Temperatur ein starker Geruch nach schweflichter Säure, und es bildet sich ein rother Phosphorabsatz. — Es ist dieſs unter den Verbindungen des Phosphorwasserstoffs das einzige Beispiel, daſs sich mit demselben das Hydrat einer Substanz, wenn freilich nur auf kurze Zeit, unzersetzt verbinden kann, während dieselbe im wasserfreien Zustand das Phosphorwasserstoff zersetzt.

Es sind besonders einige flüchtige Chlormetalle, welche sich mit dem Phosphorwasserstoff zu eigenthümlichen Substanzen verbinden; und in dieser Hinsicht hat dasselbe mit dem Ammoniak, das sich ebenfalls unzersetzt mit flüchtigen Chlormetallen verbindet, Aehnlichkeit. Ich werde diese Verbindungen des Phosphorwasserstoffs vergleichungsweise mit den analogen des Ammoniaks beschreiben, um die Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten beider Körper gleichzeitig zeigen zu können. Da diese Verbindungen fast immer sowohl mit selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgas als auch mit dem Gase aus der phosphorichten Säure bereitet, und immer dabei ganz gleiche Resultate erhalten wurden, so kann diese Beschreibung auch noch dazu dienen, die gleiche Zusammensetzung beider Gase zu beweisen.

Titanchlorid-Phosphorwasserstoff.

Wird über Chlorcalcium getrocknetes selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas so zu gereinigtem Titanchlorid geleitet, dafs der Zutritt der atmosphärischen Luft abgehalten wird, so wird es davon absorbirt, und das Titanchlorid verwandelt sich zuerst in einen schmierigen gelben, und endlich in einen trocknen Körper von brauner Farbe. Um das Chlorid vollständig mit dem Phosphorwasserstoffgase zu sättigen, wird eine grofse Menge davon erfordert. Die braune Masse verändert sich an der Luft, zieht erst Feuchtigkeit an, zersetzt sich durch dieselbe, und haucht dann einen Geruch nach Phosphorwasserstoff aus, was bei der trocknen Substanz nicht der Fall ist.

Phosphorwasserstoffgas, durch Erhitzung aus der phosphorichten Säure erhalten und über Chlorcalcium getrocknet, giebt mit Titanchlorid ganz dieselben Erscheinungen, wie das selbstentzündliche Gas. Die Substanzen, welche durch beide Gase mit dem Chlorid hervorgebracht werden, sind nicht nur in allen äufseren Eigenschaften vollkommen gleich, sondern sie verhalten sich auch auf ganz dieselbe Weise gegen Reagentien.

Es entwickelt sich bei diesen Versuchen kein Chlorwasserstoffgas, sondern beide Substanzen verbinden sich unzersetzt. Da es schwierig ist, zu wissen, wann das Titanchlorid vollständig mit Phosphorwasserstoff gesättigt ist, so habe ich keine Analyse der Verbindung angestellt; es ist aber nothwendig, dafs in derselben Chlor und Titan in demselben Verhältnisse wie im Titanchlorid enthalten sind.

Mit Wasser übergossen, zersetzt sich die Verbindung sogleich; es entwickelt sich Phosphorwasserstoffgas mit Brausen, welches sich nicht an der Luft von selbst entzündet, und Titanchlorid löst sich im Wasser auf. Auf ähnliche Weise wird die Substanz durch Auflösun-

gen von reinem und kohlensaurem Kali, von kohlensaurem Ammoniak, und von Chlorwasserstoffsäure zersetzt; nur mit dem Unterschiede, dafs die Alkalien Titansäure aus dem Titanchlorid fällen; aber immer entwickelt sich durch diese Flüssigkeiten aus der Substanz Phosphorwasserstoffgas, das sich nicht an der Luft entzündet.

Ammoniak verhält sich auf andere Weise. Wird die Substanz mit flüssigem Ammoniak übergossen, so wird in diesem Falle das Phosphorwasserstoffgas als selbstentzündliches Gas entbunden und Titansäure aus der Flüssigkeit gefällt. Selbst sehr kleine Mengen der braunen Substanz entwickeln durch flüssiges Ammoniak selbstentzündliches Gas; während durch alle andere Flüssigkeiten, selbst durch eine Auflösung von kohlensaurem Ammoniak, Phosphorwasserstoffgas, das sich nicht von selbst an der Luft entzündet, daraus entbunden wird.

Man sieht ein, dafs es auf diese Weise sehr leicht möglich ist, das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas in nicht von selbst sich entzündendes, und umgekehrt letzteres in selbstentzündliches Gas zu verwandeln. Denn behandelt man Titanchlorid-Phosphorwasserstoff, das durch Behandlung von Titanchlorid mit selbstentzündlichem Gase bereitet worden ist, mit Wasser oder mehreren anderen Flüssigkeiten, so wird dadurch das selbstentzündliche Gas als nicht selbstentzündliches Gas ausgetrieben. Wenn man hingegen die braune Substanz, welche durch Behandlung von Titanchlorid mit dem Gase, das aus der phosphorichten Säure erhalten worden ist, mit flüssigem Ammoniak übergiefst, so wird in diesem Falle das nicht selbstentzündliche Gas als selbstentzündliches entbunden.

Ich mufs gestehen, dafs es vorzüglich diese Versuche waren, welche in mir die frühere Vermuthung befestigten, dafs das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas mit dem Gase aus der phosphorichten Säure dieselbe Zusammensetzung habe. Denn es geht bei diesen Versuchen keine Zersetzung vor, durch welche der Phos-

phorwasserstoff in seiner Zusammensetzung verändert werden könnte. Ich glaube, dafs diese Vermuthung durch die Bestimmung des specifischen Gewichts beider Arten von Phosphorwasserstoffgas zur völligen Gewifsheit geworden ist.

Wird das Titanchlorid - Phosphorwasserstoff beim Ausschlufs der Luft erhitzt, so erleidet es eine ähnliche Zersetzung wie das Titanchlorid-Ammoniak, mit welchem es viele Aehnlichkeit hat. Es entwickelt sich Chlorwasserstoffgas, das mit etwas Phosphorwasserstoffgas gemengt ist, was besonders der Fall ist, wenn die Substanz recht stark mit Phosphorwasserstoff gesättigt war. Es reducirt sich ferner Titan, welches als ein äufserst dünner kupferrother Ueberzug die Stellen des Glases bekleidet, wo die Erhitzung geschieht, und der gröfste Theil der Verbindung sublimirt und setzt sich als ein citronengelbes Sublimat an die kälteren Stellen des Glases ab. Es setzt sich hierbei auch etwas Phosphor ab, dessen Gegenwart schwieriger zu bemerken ist. Gewöhnlich bleibt eine gröfsere oder geringere Menge Titansäure, welche durch metallisches Titan schwarz gefärbt ist, zurück, da der Zutritt der atmosphärischen Luft und der Feuchtigkeit in derselben sowohl bei der Bereitung der Substanz, so wie bei deren Sublimation, nicht vollständig abgehalten werden kann.

Das sublimirte Titanchlorid - Phosphorwasserstoff hat fast alle Eigenschaften des nicht sublimirten. Wird es von Neuem erhitzt, so geschieht die Sublimation mit denselben Erscheinungen wie bei der nicht vorher sublimirten Substanz. Mit Wasser, Auflösungen von reinem und kohlensaurem Kali, kohlensaurem Ammoniak, Chlorwasserstoffsäure und anderen Flüssigkeiten übergossen, entwickelt es nichtselbstentzündliches, mit flüssigem Ammoniak hingegen selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas.

Ich glaubte daher, dafs wesentlich die Zusammensetzung der sublimirten und der nichtsublimirten Substanz



dieselbe wäre; es ist diefs indessen nicht der Fall. Mit vieler Sorgfalt angestellte Analysen haben mir gezeigt, dafs in der sublimirten Substanz das Verhältnifs des Titans zum Chlor ein ganz anderes wie im Titanchlorid ist.

Die Sublimation geschah in Glasröhren, welche in feine Spitzen ausgezogen worden waren. Unmittelbar über der nichtsublimirten Substanz wurde die Glasröhre durch Ausziehen verengert, so dafs, nachdem das Sublimat sich in den darauf erweiterten Theil, der durch Eis erkältet wurde, abgesetzt hatte, es durch Zuschmelzung dieser Verengerung von dem Rückstande getrennt wurde. Da das Sublimat durch anhängendes Chlorwasserstoffgas verunreinigt war, so wurde die Spitze abgebrochen, und über dasselbe so lange ein Strom von atmosphärischer Luft, welche durch eine Röhre von Chlorcalcium ging, geleitet, bis alles freie Chlorwasserstoffgas entwichen war. Das Sublimat wurde dann mit dem Theile der Glasröhre, in welchem es befindlich war, schnell gewogen, und vorsichtig in Wasser aufgelöst. Nachdem darauf die gereinigte und getrocknete Glasröhre gewogen worden war, ergab sich das Gewicht des zum Versuche angewandten sublimirten Titanchlorid-Phosphorwasserstoffs.

Die Auflösung desselben wurde so lange mäfsig erhitzt, bis sie nicht mehr nach Phosphorwasserstoff roch, darauf die Titansäure durch Ammoniak gefällt, das Ganze wiederum längere Zeit mäfsig erwärmt, die Titansäure filtrirt, und aus der abfiltrirten, mit Salpetersäure übersättigten Flüssigkeit das Chlor als Chlorsilber durch salpetersaure Silberoxydauflösung bestimmt.

Auf diese Weise habe ich drei verschiedenen Mengen der sublimirten Substanz untersucht. 0,854 Grm. derselben gaben auf diese Weise 0,290 Grm. Titansäure und 2,367 Grm. Chlorsilber, wonach die Substanz 20,47 Procent Titan und 68,38 Procent Chlor enthält. Aber 20,47 Th. Titan erfordern nur 59,67 Th. Chlor, um Titanchlo-

chlorid zu bilden. Es ist daher anzunehmen, und die Erscheinungen, welche bei der Sublimation stattfinden, berechtigen zu dieser Annahme, dafs die sublimirte Substanz ein Doppelsalz sey, und aus Titanchlorid, verbunden mit Chlorwasserstoff-Phosphorwasserstoff, bestehe. Nach den Resultaten, welche die Analyse gegeben hat, besteht die Substanz offenbar aus 3 Atomen Titanchlorid und aus 2 Atomen Chlorwasserstoff-Phosphorwasserstoff, $3TiCl^2 + 2(ClH + PH^3)$, welche im Hundert der Berechnung nach bestehen würde aus:

Titan	20,46
Chlor im Titanchlorid	59,67
Chlorwasserstoff	10,22
Phosphorwasserstoff	9,65
	100,00.

Die Analyse giebt 20,47 Procent Titan, die Berechnung 20,46; die Analyse 68,38 Procent Chlor, die Berechnung 69,60 Procent.

Die beiden andern Analysen stimmen weniger gut mit der Berechnung, doch noch hinreichend damit überein. Da die Substanz mit grofser Schnelligkeit Feuchtigkeit während des Wägens anzieht, so habe ich bei ihnen weniger Titan und Chlor erhalten.

1,103 Grm. der Verbindung gaben 0,363 Grm. Titansäure und 2,968 Grm, Chlorsilber; also 19,84 Proc. Titan und 66,38 Procent Chlor.

Aus 0,5545 Grm. der Verbindung erhielt ich bei der dritten Analyse 0,181 Grm. Titansäure und 1,500 Gramm Chlorsilber; also 19,68 Proc. Titan und 66,74 Procent Chlor.

Titanchlorid-Ammoniak. — Ich habe schon früher von den Eigenschaften dieser Verbindung gesprochen *); ich halte es indessen für zweckmäfsig einige neuere Untersuchungen über diesen Körper hier mitzutheilen, weil sie

*) Diese Annalen, Bd. XVI S. 57.

besonders dazu beitragen können, die Analogie, welche zwischen den Verbindungen des Ammoniaks und des Phosphorwasserstoffs statt findet, weiter zu entwickeln.

Wenn Titanchlorid mit trocknem Ammoniakgas behandelt wird, so erhält man einen braunen festen Körper, der schon hinsichtlich der Farbe Aehnlichkeit mit dem Titanchlorid-Phosphorwasserstoff hat; nur raucht er nicht wie dieser an der Luft, zieht aber aus derselben begierig Feuchtigkeit an, und wird dann weifs. Es ist deswegen schwer eine Quantität davon zur Analyse abzuwägen. Er nimmt ferner verschiedene Mengen von Ammoniak auf, und die letzten davon so langsam, selbst wenn er in einer Atmosphäre von Ammoniakgas liegt, dafs es, wie beim Titanchlorid-Phosphorwasserstoff, schwer ist zu bestimmen, wann das Titanchlorid vollständig mit Ammoniak gesättigt ist.

Das Ammoniakgas wird unzersetzt vom Titanchlorid aufgenommen; daher geben alle Analysen, die ich mit dem Körper anstellte, ein Verhältnifs zwischen Chlor und Titan, wie im Titanchlorid an. Aufser einer älteren Analyse habe ich noch zwei neuere angestellt, vorzüglich auch, um die Angabe von Persoz *) zu prüfen,

*) *Annales de chim. et de phys. T. XLIV p.* 321. Hr. Persoz giebt in diesem Aufsatze die Zusammensetzung von mehreren Verbindungen flüchtiger Chlormetalle, so wie auch einiger nicht flüchtiger Chlormetalle mit Ammoniak an. Was die ersteren betrifft, so stimmen seine Angaben mit denen, welche ich im Laufe dieser Abhandlung anführen werde, eben so wenig überein, wie die Zusammensetzungen nichtflüchtiger Chlormetalle mit Ammoniak, welche ich früher bekannt gemacht habe (diese Annalen, Bd. XX S. 147) mit den seinigen. Um zu zeigen, wie weit sich diese letzteren von einander unterscheiden, will ich nur anführen, dafs Hr. Persoz angiebt, das Chlorcalcium vereinige sich im reinen Zustande nicht mit dem Ammoniak, während nach meinen Untersuchungen gerade das Chlorcalcium gröfsere Mengen von Ammoniak aufnimmt, als irgend ein anderes nichtflüchtiges Chlormetall.

welcher ebenfalls die Zusammensetzung dieser Substanz untersucht hat.

Nach meiner älteren Analyse erhielt ich 59,07 Procent Chlor und 20,30 Procent Titan. Wird das Fehlende für Ammoniak gehalten, so beträgt nach dieser Analyse der Gehalt desselben 20,63 Procent. Das Verhältnifs zwischen Chlor und Titan ist fast genau wie im Titanchlorid, denn nach meiner früheren Analyse von demselben würden 59,07 Procent Chlor 20,26 Procent Titan aufnehmen, um Titanchlorid zu bilden.

Die beiden neueren Analysen des Körpers gaben folgende Resultate:

1,684 Grm. im Wasser aufgelöst, die Auflösung mit Ammoniak gefällt, das Ganze erwärmt, filtrirt, und aus der von der Titansäure abfiltrirten und durch Salpetersäure übersättigten Flüssigkeit, das Chlor durch Silberoxydauflösung als Chlorsilber gefällt, gaben 0,542 Grm. Titansäure und 3,840 Grm. Chlorsilber.

2,249 Grm. des Körpers gaben bei der andern Analyse 0,717 Grm. Titansäure und 5,078 Grm. Chlorsilber.

Wird das Fehlende für Ammoniak gehalten, so ist der procentische Gehalt nach beiden Analysen folgender:

	I.	II.
Chlor	56,25	55,70
Titan	19,40	19,22
Ammoniak	24,35	25,08
	100,00	100,00

Nach der früheren Analyse erhielt ich nur 20,63 Procent Ammoniak, offenbar, weil das Titanchlorid nicht so lange mit dem Ammoniakgase in Berührung gelassen wurde, obgleich ich in dieser Hinsicht keine Vorsicht unterliefs. — Man sieht indessen auch aus diesen Versuchen, dafs Chlor und Titan im analysirten Körper wie im Titanchlorid verbunden sind, denn 56,25 Theile Chlor

müfsten 19,30 Theile Titan, und 55,70 Theile Chlor 19,11 Th. Titan aufnehmen, um Titanchlorid zu bilden.

Nimmt man an, dafs die gröfsten Mengen Ammoniak, welche das Titanchlorid aufnehmen kann, die sind, welche bei den letzten Analysen gefunden worden sind, so würde die Verbindung bestehen aus einem Atom Titanchlorid mit vier einfachen oder zwei Doppelatomen Ammoniak, welche Verbindung der Berechnung nach im Hundert bestehen würde aus:

Titanchlorid	73,49
Ammoniak	26,51
	100,00.

Es weicht diefs sehr ab von der Angabe von Persoz, nach welcher die Substanz in 100 Th. aus 65,86 Theilen Titanchlorid und 34,14 Th. Ammoniak besteht. Offenbar hat aber Hr. Persoz diese Substanz nur flüchtig beobachtet, denn sonst würde ihm nicht die auffallendste Eigenschaft derselben, beim Erhitzen metallisches Titan zu geben, entgangen seyn.

Ich habe schon früher von den Erscheinungen gesprochen, welche bei diesem Körper sich zeigen, wenn derselbe erhitzt wird, und von denen die merkwürdigste die ist, dafs dabei Titan im metallischen Zustande abgeschieden wird. Ich mufs aber jetzt noch auf einige derselben aufmerksam machen, da sie denen, welche das Titanchlorid-Phosphorwasserstoff giebt, aufserordentlich ähnlich sind.

Das Titanchlorid-Ammoniak giebt beim Erhitzen ein Sublimat von gelblicher Farbe; es entwickelt sich Chlorwasserstoffgas, und bisweilen auch, wenn das Chlorid sehr mit Ammoniak gesättigt ist, im Anfange etwas Ammoniak, dann etwas Chlorwasserstoff-Ammoniak und endlich viel Chlorwasserstoffgas. Es bleibt nur metallisches Titan zurück, und auch Titansäure, wenn der Kör-

per mit atmosphärischer Luft und Feuchtigkeit, wenn auch nur kurze Zeit, in Berührung gewesen ist.

Das Sublimat hat auch hinsichtlich seiner Farbe viel Aehnlichkeit mit dem, welches durch Erhitzen des Titanchlorid-Phosphorwasserstoffs gebildet wird. Ich habe es früher keiner Analyse unterworfen, aber durch die des sublimirten Titanchlorid-Phosphorwasserstoffs aufmerksam gemacht, habe ich neuerlich zwei Versuche über seine Zusammensetzung angestellt, welche mit der des sublimirten Titanchlorid-Phosphorwasserstoffs sehr analog gefunden wurde. In diesen Analysen wurde die Substanz vom anhängenden Chlorwasserstoffgas durch einen Strom von trockner atmosphärischer Luft gereinigt. Der Gang der Untersuchung war übrigens der, wie er schon oben beschrieben worden ist.

0,881 Grm. der Substanz gaben 0,200 Grm. Titansäure und 2,4885 Grm. Chlorsilber, oder 13,68 Procent Titan und 69,68 Procent Chlor. Beide stehen unter einander nicht in dem Verhältnifs wie im Titanchlorid, denn 13,68 Theile Titan würden nur 39,88 Theile Chlor aufnehmen, um Titanchlorid zu bilden. Nimmt man nun an, dafs der Ueberschufs des Chlors als Chlorwasserstoff, verbunden mit Ammoniak, in der Substanz enthalten sey, so würde dieselbe offenbar aus einem Atom Titanchlorid, verbunden mit drei einfachen Atomen Chlorwasserstoff-Ammoniak, bestehen, $Ti\,Cl^2 + 3(Cl\,H + N\,H^3)$, welche Verbindung im Hundert, der Rechnung nach, bestehen würde aus:

Titan	13,85
Chlor im Titanchlorid	40,36
Chlorwasserstoff	31,12
Ammoniak	14,67
	100,00.

Die Analyse gab 13,68 Procent Titan, die Berech-

nung 13,85; die Analyse 69,68 Procent Chlor, die Berechnung 70,63 Procent.

Ich bin indessen weit entfernt, diese Zusammensetzung für die richtige zu halten. Denn bei einer Wiederholung der Analyse erhielt ich ganz andere Resultate: 0,836 Grm. der Substanz gaben 0,129 Grm. Titansäure und 2,316 Grm. Chlorsilber, was 9,30 Procent Titan und 68,34 Proc. Chlor entspricht. Aber 9,30 Th. Titan würden nur 27,12 Th. Chlor aufnehmen, um Titanchlorid zu bilden; die Menge des in der Substanz enthaltenen Chlorwasserstoff-Ammoniaks würde nach diesem Versuche weit bedeutender seyn, als nach dem ersten. Es ist möglich, dafs sich das Titanchlorid in mehreren Verhältnissen mit dem Chlorwasserstoff-Ammoniak verbinden kann, und dafs die Zusammensetzung der Verbindung nach wiederholter Sublimation eine andere sey. Ich habe nicht fernere Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt; man sieht indessen, dafs, obgleich das sublimirte Titanchlorid-Phosphorwasserstoff bei verschiedenen Bereitungsarten in der Zusammensetzung sich nicht so verändert, wie das sublimirte Titanchlorid-Ammoniak, beide Substanzen in ihren chemischen Eigenschaften und in ihrer Zusammensetzung eine auffallende Aehnlichkeit zeigen.

Da das Ammoniak eine weit stärkere Base als der Phosphorwasserstoff ist, so wird schon in der Kälte durch trocknes Ammoniakgas unter Entwicklung von Phosphorwasserstoffgas das nicht sublimirte Titanchlorid-Phosphorwasserstoff, wenigstens gröfstentheils, in Titanchlorid-Ammoniak verwandelt.

Es ist mir nicht geglückt, den in dem sublimirten Titanchlorid-Phosphorwasserstoff enthaltene *Chlorwasserstoff-Phosphorwasserstoff* isolirt darzustellen, der seinen Eigenschaften nach dem Chlorwasserstoff-Ammoniak gleichen müfste. Die flüchtigen Versuche indessen, wel-

che ich in dieser Hinsicht angestellt habe, sind durchaus nicht beweisend für die Nichtexistenz dieser Verbindung.

Wird Chlorwasserstoffgas mit Phosphorwasserstoffgas gemengt, so verändert sich das Volum der gemengten Gasarten selbst nach mehreren Tagen nicht. Auch wenn das Gemenge den Sonnenstrahlen ausgesetzt, und ein Theil desselben erhitzt worden war, konnte keine Veränderung des Volums bemerkt werden. Wasser und selbst auch Borax absorbiren von dem Gemenge das Chlorwasserstoffgas.

Die einzige Thatsache, welche für eine Verbindung der beiden Gasarten sprechen könnte, ist der Umstand, dafs ein Gemenge von Chlorwasserstoffgas mit dem Gas aus der phosphorichten Säure an der Luft selbstentzündlich wird, wenn es durch flüssiges Ammoniak geleitet wird, welches dabei das Chlorwasserstoffgas absorbirt. Andere Flüssigkeiten absorbiren das Chlorwasserstoffgas, ohne das demselben beigemengte Phosphorwasserstoffgas selbstentzündlich zu machen. Ich habe schon vor längerer Zeit auf diese Thatsache aufmerksam gemacht *).

Wenn es indessen auch nicht geglückt ist, durch die Darstellung eines Chlorwasserstoff-Phosphorwasserstoffs im reinen Zustande die Aehnlichkeit des Phosphorwasserstoffs mit dem Ammoniak ferner noch beweisen zu können, so zeigt sich diefs dagegen in der Zusammensetzung der schon seit längerer Zeit bekannten Verbindung des Jodwasserstoffs mit dem Phosphorwasserstoff.

Jodwasserstoff-Phosphorwasserstoff.

Es ist bekannt, dafs die Verbindung des Jodwasserstoffs mit dem Phosphorwasserstoff von Gay-Lus-

*) Diese Annalen, Bd. VIII S. 193.

sac*) entdeckt, und von Dulong**) und Houtou-Labillardière***) näher untersucht worden ist. Letzterer erhielt sie, als er Jodwasserstoffgas sowohl mit selbstentzündlichem Phosphorwasserstoffgas, als auch mit dem aus phosphorichter Säure in Berührung brachte. Weit leichter und in gröſseren Mengen erhält man die Verbindung auf die Weise, wie sie Gay-Lussac zuerst dargestellt hat, indem man Jod mit einem Ueberschuſs von Phosphor und einer geringen Menge von Wasser mengt, und das Gemenge erhitzt. Ich nahm gewöhnlich zur Darstellung dieser Verbindung einen Theil Phosphor, zu welchem ich in einer kleinen Retorte ungefähr 4 Th. Jod schüttete, nachdem vorher der Phosphor mit Wasser befeuchtet worden war. Dieſs ist nothwendig, um die unmittelbare Verbindung des Phosphors mit dem Jod zu vermeiden, welche von einer starken Feuererscheinung begleitet ist, und mit groſser Heftigkeit geschieht, wodurch der Hals der Retorte sehr verunreinigt wird. Wird das befeuchtete Gemenge erhitzt, so entwickelt sich erst Jodwasserstoffgas, darauf aber aus der gebildeten phosphorichten Säure Phosphorwasserstoffgas, welches sich mit ersteren verbindet. Die Verbindung sublimirt im Halse der Rotorte, aus welchem ich sie durch eine geringe Erhitzung in eine lange Glasröhre trieb, welche am Ende des Retortenhalses angebracht war. Hat man zu viel Wasser angewandt, so entwickelt sich zu viel Jodwasserstoffgas und Wasser, welches letztere in dem Retortenhalse sich ansammelt, und die Verbindung zerstört, welche später sublimirt. Am besten ist es, den Phosphor vor dem Zusatz des Jods mit sehr wenig concentrirter flüssiger Jodwasserstoffsäure statt mit Wasser anzufeuchten. Um die erhaltene Verbindung vom anhän-

*) *Annales de chimie, T. XCI p.* 14.

**) *Mémoires de la societé d'Arcueil, T. III. p.* 450.

***) *Annales de chimie et de physique, T. VI. p.* 304.

genden Jodwasserstoffgas zu reinigen, wurde durch die Röhre ein Strom von atmosphärischer Luft geleitet, der durch Chlorcalcium getrocknet worden war. Die Röhre, in welcher die Verbindung enthalten war, wurde darauf schnell an beiden Seiten zugeschmolzen.

Man erhält auf diese Weise sehr große Mengen der Verbindung mit leichter Mühe. Die Verbindung krystallisirt in Würfeln, die ich bisweilen von ziemlicher Größe darstellte, so dafs die Seiten derselben einige Linien lang waren. Sie zerfliefsen an der Luft, besonders schnell, wenn dieselbe feucht ist, während sie dann nach Phosphorwasserstoff riechen. Alle wäfsrige Flüssigkeiten entwickeln aus der Verbindung gasförmiges Phosphorwasserstoffgas, welches sich nicht von selbst bei der Berührung mit der Luft entzündet; selbst auch durch concentrirtes flüssiges Ammoniak konnte daraus kein selbstentzündliches Gas entbunden werden, wodurch sich der Jodwasserstoff-Phosphorwasserstoff wesentlich vom Chlorwasserstoff-Phosphorwasserstoff unterscheidet.

In einer an beiden Seiten zugeschmolzenen Glasröhre kann die Verbindung von einer Stelle zur andern durch gelinde Hitze getrieben werden. Wiederholt man indessen die Verflüchtigung der Substanz zu oft, und wendet man dabei plötzlich eine ziemlich starke Hitze an, so kann sie dadurch etwas zersetzt werden, indem das Phosphorwasserstoff in derselben freien Phosphor abgiebt, der die Verbindung schwach gelbbräunlich färbt. Sonst ist die Farbe derselben rein weifs.

Zur Analyse der Verbindung wurde dieselbe in der Glasröhre, in welche sie durch Sublimation bei sehr gelinder Hitze gebracht, und welche an beiden Seiten zugeschmolzen worden war, abgewogen, nachdem unmittelbar vor dem Wägen das eine Ende der Röhre geöffnet worden war. Die Röhre wurde darauf mit dem geöffneten Ende nach unten in ein langes Gefäfs mit Wasser gebracht, und so lange darin gelassen, dafs nur durch

die feuchte Atmosphäre die Substanz zersetzt wurde, wodurch das Entweichen des Phosphorwasserstoffgases aufserordentlich langsam von Statten ging. Die gereinigte Röhre wurde nach dem Trocknen gewogen.

Die Auflösung der Jodwasserstoffsäure liefs ich so lange stehen, bis sie nicht mehr nach Phosphorwasserstoffgas roch; sie wurde darauf mit einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd versetzt, das erhaltene Jodsilber seiner Menge nach bestimmt, und der Jodwasserstoff aus demselben berechnet. Die Menge des Phosphorwasserstoffs ergab sich dann aus dem Verluste.

Ist durch langes Stehen der Phosphorwasserstoff nicht vollständig aus der Auflösung entfernt worden, so ist der Niederschlag des Jodsilbers von beigemengtem reducirten Silber etwas bräunlich. Auch die durch Oxydation des Phosphorwasserstoffs erzeugte Spur von phosphorichter Säure reducirt etwas Silber, weshalb zu der Auflösung, vor dem Zusatze der Silberoxydauflösung, freie Salpetersäure gesetzt wurde. Dessen ungeachtet konnte ich es nicht vermeiden, dafs nicht das erhaltene Jodsilber einen äufserst schwachen Stich in's Bräunliche hatte. Der Gehalt des Jodwasserstoffs in der Verbindung wurde dadurch bei der Analyse um ein Weniges zu hoch angegeben.

Ich erhielt aus 1,677 Grm. der Verbindung 2,443 Grammen Jodsilber. Nach dieser Analyse ist die Verbindung im Hundert zusammengesetzt aus:

Jodwasserstoff	79,09
Phosphorwasserstoff	20,91
	100,00.

Eine berechnete Verbindung, aus einem Atom Jodwasserstoff und einem Atom Phosphorwasserstoff bestehend, hat aber folgende procentische Zusammensetzung:

Jodwasserstoff	78,73
Phosphorwasserstoff	21,27
	100,00.

Als ich darauf 0,243 Grm. der Verbindung auf ähnliche Art analysirte, aber vor dem Zusatz der Silberoxydauflösung eine zu grofse Menge von Salpetersäure hinzufügte, um die Reduction einer Spur von Silber zu verhindern, erhielt ich wiederum zu wenig Jodsilber, nur 0,314 Grm., weil sich etwas freies Jod durch den zu grofsen Zusatz der Säure gebildet hatte. Die gefundene Menge von Jodsilber entspricht nur 76,87 Procent Jodwasserstoff.

Houtou-Labillardière nimmt Verbindungen des Jodwasserstoffs mit beiden Arten des Phosphorwasserstoffs an, mit dem selbstentzündlichen und dem aus der phosphorichten Säure. Indessen sind die Eigenschaften, die er von beiden Verbindungen angiebt, nach seiner Beschreibung ganz gleich, nur dafs aus der Verbindung des Jodwasserstoffs mit dem selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgas durch Wasser ein nichtselbstentzündliches Gas entbunden wird, und sich dabei Phosphor absetzt, während aus der Verbindung des Jodwasserstoffs mit dem Gase aus der phosphorichten Säure ein nichtselbstentzündliches Gas ohne Phophorabsatz entwickelt wird. Ammoniakgas entwickelt nach ihm aus der Verbindung mit dem Gas der phosphorichten Säure ein ihm gleiches Volum Phosphorwasserstoffgas, während nur ein halbes Volum davon aus der Verbindung mit dem selbstentzündlichen Gase entbunden wird. Dafs erstere Angabe richtig, letztere aber nicht richtig seyn kann, ergiebt sich aus dem, was ich über die Natur des Phosphorwasserstoffgases und über die Zusammensetzung des Jodwasserstoff-Phosphorwasserstoffs gesagt habe.

Die Zusammensetzung des Jodwasserstoff-Phosphor-

wasserstoffs ist deshalb merkwürdig, weil sie der des Jodwasserstoff-Ammoniaks und des Salmiaks ganz analog ist, welche beide aus gleichen Atomen Ammoniak und Jod- oder Chlorwasserstoff bestehen. Da nun Jod und Chlor in ihren Verbindungen isomorph sind *), und daher höchst wahrscheinlich Jodwasserstoff-Ammoniak in Würfeln oder regulären Octaëdern wie Salmiak krystallisirt, das Jodwasserstoff-Phosphorwasserstoff aber ebenfalls diese Krystallgestalt besitzt, so würde hieraus der Isomorphismus des Phosphorwasserstoffs und des Ammoniaks folgern, wenn nicht gerade diese Krystallformen zu denen des regulären Krystallisationssystems gehören, dessen Formen bekanntlich von den verschiedenartigsten Körpern angenommen werden können.

Es glückte mir nicht *Bromwasserstoff-Phosphorwasserstoff* zu bereiten, indem ich Brom und Phosphor mit Wasser befeuchtet erhitzte. Ein in dieser Hinsicht angestellter flüchtiger Versuch beweist indessen noch nicht, dafs diese Verbindung nicht wirklich existirt **).

Ich habe schon oben angeführt, dafs durch das Verhalten des Titanchlorid-Phosphorwasserstoffs die gleiche Zusammensetzung der verschiedenen Arten von Phosphorwasserstoff, welche aus der Bestimmung des specifischen

*) Diese Annalen, Bd. XVII S. 385.

**) Nachdem diese Abhandlung schon längere Zeit geschrieben, und dem Herausgeber dieser Annalen übergeben worden war, erhielt ich das Septemberheft der *Annales de chimie et de physique*, in welchem sich ein interessanter Aufsatz vom Hrn. Sérullas über das Bromsilicium befindet, in welchem er zugleich die Eigenschaften eines von ihm entdeckten Bromwasserstoff-Phosphorwasserstoffs und mehrere des Jodwasserstoff-Phosphorwasserstoffs angiebt, welches letztere von ihm auf ähnliche Weise, wie von mir bereitet wurde. Das Bromwasserstoff-Phosphorwasserstoff krystallisirt, wie die analoge Jodwasserstoffverbindung, nach Sérullas, in Würfeln.

Gewichts derselben hervorgeht, bestätigt wird. Ich kann den Grund nicht angeben, warum gerade nur Ammoniak das nichtselbstentzündliche Gas in selbstentzündliches verwandelt, wenn Titanchlorid-Phosphorwasserstoff, oder Chlorwasserstoff-Phosphorwasserstoff damit behandelt werden. Es ist wohl nicht die durch Absorption des Titanchlorids oder des Chlorwasserstoffs durch das Ammoniak entstehende Wärme, welche diese Umwandlung bewirkt, denn eine concentrirte Auflösung von reinem Kali erzeugt in gleichen Fällen Wärme, ohne das Gas selbstentzündlich zu machen.

In manchen Fällen scheint indessen die Wärme das Phosphorwasserstoffgas selbstentzündlich machen zu können; denn als ich einmal eine ziemlich bedeutende Menge von sublimirtem Titanchlorid-Phosphorwasserstoff mit vielem kochenden Wasser behandelte, entwickelte sich daraus das Gas im selbstentzündlichen Zustande. Ich erhielt auch einmal, bei Behandlung von sehr vielem Jodwasserstoff-Phosphorwasserstoff mit Ammoniak, selbstentzündliches Gas, so wie auch bei der Auflösung einer grofsen Menge von Chloraluminium-Phosphorwasserstoff im Wasser, wobei eine ziemlich starke Erhitzung entstand.

Auf der andern Seite verliert indessen oft das selbstentzündliche Gas selbst bei den bedeutendsten Kältegraden nicht die Selbstentzündlichkeit. Ich habe früher angeführt *), dafs diefs wenigstens nicht bei einer Kälte, durch welche Quecksilber fest wird, geschieht.

Es verwandelt sich übrigens bei sehr vielen Gelegenheiten die eine der beiden isomerischen Modificationen des Phosphorwasserstoffgases in die andere. Läfst man selbstentzündliches Gas längere Zeit über Quecksilber stehen, so verliert es in vielen, aber nicht in allen Fällen seine Selbstentzündlichkeit, ohne Phosphor abzusetzen, wenn es von den beigemengten Phosphordämpfen

*) Diese Annalen, Bd. VI S. 204.



gehörig befreit worden ist. Auf der andern Seite habe ich einige Mal gesehen, dafs Phosphorwasserstoffgas aus der phosphorichten Säure, wenn es längere Zeit über Quecksilber, und zwar nicht blofs bei niederem Drucke, gestanden hatte, selbstentzündlich wurde, wenn es in Berührung mit atmosphärischer Luft gebracht wurde. In den häufigsten Fällen geschieht diefs zwar nicht; dafs es aber jedesmal geschieht, wenn das Gas aus der phosphorichten Säure mit atmosphärischer Luft gemengt über Quecksilber steht, wird dadurch bewiesen, dafs ein solches Gasgemenge jedesmal mehrere Stunden nach der Mengung explodirt, und wenn das Volum desselben nur einigermafsen bedeutend ist, das Glasgefäfs zertrümmert, in welchem es über Quecksilber aufbewahrt wurde. Es geschieht diefs bei dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre weit langsamer, als bei plötzlich verringertem Drucke, in welchem Falle das Gas aus der phosphorichten Säure sogleich selbstentzündlich wird, wie diefs zuerst Houtou-Labillardière gezeigt hat.

Da die selbstentzündliche Modification des Phosphorwasserstoffgases, sie mag nun durch Behandlung von Phosphor, Alkalien oder alkalischen Erden und Wasser, oder durch Glühen unterphosphorichtsaurer Salze bereitet worden seyn, immer Wasserstoffgas enthält, so war ich längere Zeit hindurch der Meinung, dafs durch diese Beimengung das Gas beim Zutritt der Luft selbstentzündlich würde. Ich glaubte, dafs durch das Wasserstoffgas das Phosphorwasserstoffgas verdünnt, und dadurch selbstentzündlich würde. Ich verliefs indessen diese Meinung, als ich fand, dafs selbstentzündliches Gas aus Titanchlorid-Phosphorwasserstoff durch Ammoniak entwickelt wird, wobei kein freies Wasserstoffgas entstehen kann.

Uebrigens habe ich mehrere Male das Gas aus der phosphorichten Säure mit Wasserstoffgas gemengt längere Zeit über Quecksilber stehen lassen. Es glückte mir zwar einige Mal, es dadurch beim Zutritt der Luft

selbstentzündlich zu machen; in den meisten Fällen indessen konnte ich es nicht dahin bringen.

Zinnchlorid-Phosphorwasserstoff.

Das Zinnchlorid absorbirt die beiden isomerischen Modificationen des Phosphorwasserstoffgases auf dieselbe Weise wie das Titanchlorid. Das Chlorid wird durch die erste Einwirkung des Gases gelb, und verwandelt sich daraúf in einen festen Körper von gelber Farbe, der an der Luft raucht und begierig Feuchtigkeit aus derselben anzieht.

Es findet durchaus kein Unterschied statt zwischen den Substanzen, welche durch Einwirkung des selbstentzündlichen Gases oder des Gases aus der phosphorichten Säure entstehen.

Das Zinnchlorid verbindet sich mit dem Phosphorwasserstoff, ohne dafs dabei eine dieser Substanzen zersetzt wird. Es entbindet sich daher während der ganzen Operation kein Chlorwasserstoffgas.

Mit Wasser übergossen zersetzt sich die gebildete Substanz sogleich; es entwickelt sich mit Brausen Phosphorwasserstoffgas, welches sich nicht an der Luft von selbst entzündet. Aber zu gleicher Zeit bildet sich ein gelber Niederschlag, der Phosphorzinn ist, und in der davon abfiltrirten Flüssigkeit zeigen Reagentien die Gegenwart von Zinnoxydul, oder vielmehr von Zinnchlorür an.

Wie bei dem Titanchlorid-Phosphorwasserstoff, so wird auch bei dem Zinnchlorid-Phosphorwasserstoff nicht von selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas, aufser durch Wasser, auch durch andere Flüssigkeiten, wie z. B. durch Auflösungen von reinem und kohlensaurem Kali, von kohlensaurem Ammoniak, durch Chlorwasserstoffsäure entwickelt; nur flüssiges Ammoniak entbindet aus ihm das Phosphorwasserstoffgas im selbstent-

zündlichen Zustande, wie beim Titanchlorid-Phosphorwasserstoff.

Wird das Zinnchlorid-Phosphorwasserstoff beim Ausschlufs der Luft erhitzt, so erleidet es ganz andere Veränderungen als das Titanchlorid-Phosphorwasserstoff. Es entwickelt sich Chlorwasserstoffgas, es sublimirt Phosphor und es bleibt Zinnchlorür zurück.

Um die Zusammensetzung der Substanz kennen zu lernen, war ich also nur auf die Analyse der nicht durch Sublimation gereinigten Substanz beschränkt. Da es sehr schwierig ist, mit Gewifsheit zu erfahren, wann das Zinnchlorid vollständig mit Phosphorwasserstoff gesättigt ist, und die Substanz sehr leicht in ihrer Zusammensetzung sich verändert, wenn sie nicht völlig geschützt gegen den Zutritt der atmosphärischen Luft aufbewahrt wird, so war es nicht möglich, ungeachtet aller angewandten Mühe, dafs die verschiedenen Analysen, welche ich anstellte, gut mit einander übereinstimmten.

Die Menge von Phosphorzinn, welche durch Behandlung der Substanz mit Wasser abgeschieden wird, ist verschieden. Die Fällung desselben geschieht auf die Weise, dafs das sich entbindende Phosphorwasserstoffgas auf die Auflösung des Zinnchlorids wirkt, und ein Phosphorzinn bildet, welches indessen nicht dem Zinnchlorid analog zusammengesetzt ist. Ich werde von diesem Niederschlage ausführlich später im Laufe dieser Abhandlung reden, wenn ich die Erscheinungen erklären werde, welche bei der Behandlung des Phosphorwasserstoffs mit Metallauflösungen stattfinden. Ich will nur hier anführen, dafs das gefällte Phosphorzinn eine Verbindung von 1 Atom Zinn mit 3 Atomen Phosphor ist, und daher 55,55 Procent Phosphor enthält. Geschieht die Entwicklung des Phosphorwasserstoffgases aus dem Zinnchlorid-Phosphorwasserstoff durch Wasser schneller oder langsamer, oder sucht man die Entwicklung derselben dadurch zu verzögern, dafs man die Flasche verschliefst,

so

so ist die Menge des erzeugten Phosphorzinns geringer oder bedeutender.

Die Zusammensetzung der Substanz wurde auf folgende Weise bestimmt. Sie wurde so schnell wie möglich abgewogen, und in einer Flasche, welche verschlossen werden konnte, mit Wasser übergossen. Nachdem das Phosphorwasserstoffgas entwichen war, wurde die Flasche verschlossen und einige Zeit ruhig hingestellt, damit das gelbe Phosphorzinn sich gut beim Ausschlufs der Luft absetzen konnte. Versäumt man diese Vorsicht, so läfst es sich schwer filtriren und läuft trübe durch's Filtrum. Läfst man es beim Zutritt der Luft absetzen, so oxydirt es sich zum Theil. Sobald die Flüssigkeit nicht mehr nach Phosphorwasserstoffgas roch, wurde das Phosphorzinn auf einem gewogenen Filtrum filtrirt, und darauf über Schwefelsäure im luftleeren Raume so lange getrocknet, bis es nicht mehr an Gewicht abnahm.

Die vom Schwefelzinn abfiltrirte klare Flüssigkeit wurde mit Schwefelwasserstoffgas behandelt, wodurch ich einen braunen Niederschlag von Schwefelzinn im Minimum von Schwefel erhielt; welcher erst beim Zutritt der Luft geglüht, dann mit Salpetersäure behandelt, darauf wieder stark geglüht, und so in reines Zinnoxyd verwandelt wurde.

Aus der vom Schwefelzinn getrennten Flüssigkeit wurde zuerst durch eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd das überschüssige Schwefelwasserstoff entfernt, und darauf aus ihr vermittelst einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd das Chlor als Chlorsilber gefällt.

Ungeachtet bei der Einwirkung des Phosphorwasserstoffgases auf Zinnchlorid kein Chlorwasserstoffgas entwickelt wird, so erhielt ich doch bei den Analysen etwas mehr Zinn, als, nach der gefundenen Menge Chlor zu schliefsen, in der Substanz enthalten seyn konnte. Der Grund hiervon ist theils der, dafs das Chlor als Chlor-

silber weit genauer, als das Zinnoxyd bestimmt werden kann, theils aber vorzüglich der, dafs es schwer ist das erhaltene Phosphorzinn von seiner Feuchtigkeit zu befreien und zu wägen.

Die Resultate der Analysen von Mengen der Substanz, die zu verschiedenen Zeiten bereitet worden waren, sind folgende:

I. 3,059 Grm. der Verbindung, auf die beschriebene Art behandelt, gaben 0,290 Gramm Phosphorzinn, 1,509 Grm. Zinnoxyd und 6,143 Grm. Chlorsilber. Diefs entspricht 49,53 Proc. Chlor, 38,78 Proc. Zinn im Zinnoxyd und 5,27 Procent Zinn im Phosphorzinn. Aber 49,53 Th. Chlor würden nur 41,14 Th. Zinn erfordern, um Zinnchlorid zu bilden.

II. Aus 2,422 Gramm der Verbindung erhielt ich 0,260 Grm. Phosphorzinn, 1,206 Grm. Zinnoxyd und 4,986 Grm. Chlorsilber, was 50,79 Proc. Chlor, 39,17 Proc. Zinn im Zinnoxyd und 5,96 Proc. Zinn im Phosphorzinn entspricht. Zu 50,79 Th. Chlor würden indessen nur 42,18 Theile Zinn gehören, um Zinnchlorid zu bilden.

III. Bei einer dritten Analyse, bei welcher nur die Menge des Chlors bestimmt wurde, erhielt ich aus 1,121 Gramm der Substanz 2,268 Grm. Chlorsilber.

Berechnet man die Zusammensetzung der Verbindung nach den erhaltenen Mengen von Chlor, so erhält man folgendes Verhältnifs der Bestandtheile im Hundert:

	I.	II.	III.
Zinnchlorid	90,67	92,97	91,36
Phosphorwasserstoff	9,33	7,03	8,64
	100,00	100,00	100,00.

Bei der zweiten Analyse ist offenbar ein Zinnchlorid-Phosphorwasserstoff angewandt worden, welches noch nicht vollkommen mit Phosphorwasserstoff gesättigt worden war. Die erhaltenen Resultate entsprechen indessen

sehr gut einer Verbindung aus drei Atomen Zinnchlorid und zwei Atomen Phosphorwasserstoff, welche der Berechnung nach im Hundert bestehen würde aus:

Zinnchlorid	91,88
Phosphorwasserstoff	8,12
	100,00.

Aus dieser Zusammensetzung lassen sich auch sehr gut die Erscheinungen erklären, welche beim Erhitzen des Zinnchlorid - Phosphorwasserstoffs stattfinden. Der Wasserstoff des Phosphorwasserstoffs ist gerade hinreichend, um mit der Hälfte des Chlors im Zinnchlorid Chlorwasserstoff zu bilden, welches als Gas entweicht, während das Zinnchlorid dadurch in Chlorür verwandelt wird, und der Phosphor des Phosphorwasserstoffs sublimirt.

Zinnchlorid - Ammoniak. — Ich habe schon früher von dieser Verbindung gesprochen und ihre Zusammensetzung angegeben *). Da indessen diese nicht übereinstimmt mit der, welche später Persoz bekannt machte, so habe ich die Analyse wiederholt.

Meine frühere Analyse wurde mit sublimirtem Zinnchlorid-Ammoniak angestellt. Obgleich nun bei der Sublimation keine Zersetzung wahrgenommen werden kann, so wandte ich doch bei der Wiederholung zur Analyse nichtsublimirtes Zinnchlorid-Ammoniak an. Bei der Analyse bestimmte ich nur die Menge des Chlors, und berechnete die Mengen des Zinns und des Ammoniaks. Die Substanz wurde in Wasser aufgelöst, und durch die Auflösung, nachdem zu derselben etwas sehr verdünnte Salpetersäure hinzugefügt worden war, Schwefelwasserstoffgas geleitet, um das Zinn als Schwefelzinn zu fällen. Die vom Schwefelzinn getrennte Flüssigkeit wurde mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd versetzt, und dann durch Silberoxydauflösung das Chlor als Chlor-

*) Diese Annalen, Bd. XVI S. 63.



silber gefällt. Ich erhielt auf diese Weise aus 2,700 Grm. Zinnchlorid-Ammoniak 5,185 Grm. Chlorsilber, woraus sich folgende Zusammensetzung ergiebt:

Zinnchlorid	86,73
Ammoniak	13,27
	100,00.

Das Resultat dieser Analyse bestätigt das der früher von mir angestellten. Das nicht sublimirte Zinnchlorid-Ammoniak enthält nur etwas anhängendes Ammoniak, das bei der Sublimation entweicht. Das Zinnchlorid-Ammoniak besteht daher aus 1 Atom Zinnchlorid und 2 Atomen, oder einem Doppelatom Ammoniak. Persoz giebt darin 20,101 Procent Ammoniak an.

Von allen Verbindungen flüchtiger Chlormetalle mit Ammoniak, welche ich untersucht habe, ist das Zinnchlorid-Ammoniak dasjenige, in welchem die Bestandtheile am innigsten mit einander verbunden sind; denn es wird durch Sublimation, selbst wenn dieselbe in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas geschieht, so wie auch durch Einwirkung von Wasser nicht verändert. Nur das Chlorwasserstoff-Ammoniak, wenn man dasselbe zu dieser Klasse von Körpern rechnet, zeigt eine ähnliche innige Verbindung der Bestandtheile.

Obgleich nun das Ammoniak mit dem Phosphorwasserstoff hinsichtlich des Verhaltens zum Zinnchlorid insofern Aehnlichkeit hat, dafs sich beide mit demselben zu Körpern von ähnlicher Zusammensetzung verbinden, so unterscheiden sie sich dadurch, dafs das Phosphorwasserstoff im Zinnchlorid-Phosphorwasserstoff weit leichter zersetzt wird, als das Ammoniak im Zinnchlorid-Ammoniak.

Wird Phosphorwasserstoffgas über Zinnchlorid-Ammoniak geleitet, so erleidet diefs in der Kälte keine Einwirkung. Wird es dabei schwach erwärmt, so wird es unter Entwicklung von Ammoniakgas auf der Oberfläche

röthlich, und ein geringer Theil scheint in Zinnchlorid-Phosphorwasserstoff verwandelt zu werden.

Wird Ammoniakgas über Zinnchlorid-Phosphorwasserstoff geleitet, so wird dieses in der Kälte schwarz; es scheint sich dadurch Zinnchlorid-Ammoniak zu bilden, aber es finden dabei noch andere Erscheinungen statt, die ich nicht gehörig untersucht habe.

Antimonsuperchlorid-Phosphorwasserstoff.

Wird Phosphorwasserstoffgas zu Antimonsuperchlorid geleitet, so wird es davon absorbirt, und es bildet sich ein fester rother Körper. Es entwickeln sich indessen hierbei Dämpfe von Chlorwasserstoffgas, was bei der Absorption des Phosphorwasserstoffgases durch Titanchlorid und Zinnchlorid nicht der Fall ist. Der rothe Körper hat indessen viele Eigenschaften mit den Verbindungen des Phosphorwasserstoffs mit den beiden genannten Oxyden gemein. Mit flüssigem Ammoniak übergossen, entwickelt sich aus ihm selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas; mit Wasser und andern Flüssigkeiten behandelt, entbindet es Phosphorwasserstoffgas, das sich nicht von selbst an der Luft entzündet.

Antimonsuperchlorid-Ammoniak. — Wird trocknes Ammoniakgas zu Antimonchlorid geleitet, so findet eine starke Einwirkung und beträchtliche Erhitzung statt. Es bildet sich ein brauner Körper, der, der Luft ausgesetzt, nicht zerfliefst, sondern sich ziemlich lange unverändert erhält. Gelinde erhitzt wird es weifs, ohne eine andere Veränderung als die der Farbe zu erleiden. Beim Ausschlufs der Luft stärker erhitzt, sublimirt er vollständig, ohne dafs dabei eine Entwicklung von Ammoniak oder Chlorwasserstoffgas zu bemerken ist. Das Sublimat ist von weifser Farbe. Ich habe bis jetzt noch keine Analyse dieses Körpers angestellt.

(Schlufs im nächsten Hefte.)

V. *Ueber die Oxalsäure.*

Sublimirte oder längere Zeit bis 100° C. erhitzt gewesene Oxalsäure ist bekanntlich $\dddot{C}+\dot{H}$. Sie erträgt 330° F. (165°,5 C.) ohne Zersetzung. Von 330° F. bis 340° F. (171°,1 C.) fängt die Gasentwicklung an, und ist bis 370° F. (187°,7 C.) besonders reichlich. Die beste Temperatur, die Säure unzersetzt zu sublimiren, ist demnach 330° F., doch muſs sie zuvor in niederer Temperatur möglichst ausgetrocknet worden seyn.

Gewöhnliche krystallisirte Säure, $\dddot{C}+3\dot{H}$, schmilzt, wie auch Gay-Lussac (d. Ann. XXI, 586) gefunden, bei 209° F. (98°,3 C.), zersetzt sich aber nicht bei 110 bis 115° C., wie dieser angiebt, sondern merklich erst bei 310° F. (154°,5 C.); bei 240° F. (115°,5) findet kaum noch Gasentwicklung statt, und selbst bei 290° F. (143°,3 C.) ist sie, ungeachtet der lebhaften Entweichung von Wasserdampf, doch keineswegs reichlich.

Das Gas, welches die Säure, als $\dddot{C}\dot{H}$ wie als $\dddot{C}\dot{H}^3$, entwickelt, besteht, bei langsamer Erhitzung, dem Raume nach, aus 6 Kohlensäure und 5 Kohlenoxyd; bei rascher Erhitzung bekommt man weniger von letzterem. Wie Gay-Lussac bemerkt, entweicht dabei Ameisensäure.

Obwohl die sublimirte Säure für sich erst bei 330° F. zersetzbar ist, und die gewöhnliche Säure, $\dddot{C}\dot{H}^3$, 230° F. ohne Zersetzung erträgt, werden beide dennoch durch concentrirte Schwefelsäure schon bei 212° F., deutlicher noch bei 220° F. auf die bekannte Weise in gleiche Volume Kohlensäure und Kohlenoxyd zerlegt (Turner in *Ann. of philosoph. N. S. T. X. p.* 348).

VI. *Vermischte chemische Notizen;*
von Liebig und Wöhler.

(Fortsetzung von Seite 578 Bd. XXI dieser Annalen.)

7) *Cyan - Schwefelwasserstoffsäure.* In dem III. Bande dieser Annalen, Seite 177, hat der Eine von uns einen neuen krystallisirten Körper beschrieben, der entsteht, wenn man in eine gesättigte Auflösung von Cyangas in Alkohol Schwefelwasserstoffgas, oder auch, wenn man beide Gase zusammen in Wasser leitet. Er bildet sich in bedeutender Menge, und setzt sich aus dem Alkohol in kleinen, glänzenden Krystallen von sehr schöner, orangerother Farbe ab. Beim Erhitzen wird diese Substanz theilweise zersetzt, unter Bildung von viel Schwefelammonium. Mit metallischem Kupfer erhitzt, entwickelt er eine grofse Menge Ammoniakgas und Wasser; mit Superoxyden erhitzt, bildet er Blausäure und ein auflösliches Schwefelcyansalz, und endlich mit einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd giebt er einen Niederschlag, der sich sogleich in Schwefelsilber und Cyan zersetzt, welches letztere sich mit Aufbrausen entwickelt.

Aus diesem eigenthümlichen Verhalten und aus der Entstehungsweise dieses Körpers war zu schliefsen, dafs er eine Verbindung von Cyan, Schwefel und Wasserstoff sey; allein bei den verwickelten Verbindungs-Verhältnissen, welche das Cyan darbietet, konnte nur eine Elementar-Analyse entscheiden, auf welche Weise jene Bestandtheile darin zusammengepaart seyen; und eine solche Analyse schien uns um so mehr der Mühe werth zu seyn, da sein Verhalten zu Salzbasen anzudeuten scheint, dafs er wohl als eine Wasserstoffsäure betrachtet werden könne.

Wir bestimmten zunächst den Schwefelgehalt durch

Oxydation mit Salpetersäure und Fällung der gebildeten Schwefelsäure durch Baryt. 0,500 Grm. der rothen Substanz lieferten 1,828 Grm. schwefelsauren Baryt. Bei zwei anderen Analysen, wovon die eine ebenfalls mit Salpetersäure, die andere aber mit Königswasser gemacht wurde, erhielt man von derselben Quantität 1,816 und 1,818 Grm. schwefelsauren Baryt. Das Mittel von diesen drei Analysen giebt für 100 Th. der Substanz 50,04 Theile Schwefel.

Zur Bestimmung des Kohlenstoffs wurde die Substanz mit Kupferoxyd verbrannt, und das sich entwikkelnde Gas, zur Entfernung der möglicherweise gebildeten schwefligen Säure, durch eine kleine Röhre voll Bleisuperoxyd geleitet. 0,300 Grm. lieferten, bei +8° C. und 27″ 6‴,9 B., =163,8 C. C. Gas.

0,496 Grm. lieferten ferner 0,158 Gramm Wasser. Diefs giebt für die Zusammensetzung des rothen Körpers:

Schwefel	50,04
Cyan	41,11
Wasserstoff	3,54
Sauerstoff	5,31.

Nach Atomgewichten besteht derselbe demnach aus: 6 Atomen Schwefel, 6 At. Cyan, 14 At. Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff, das heifst aus:

6 Atomen Schwefelwasserstoff
6 - Cyan
1 Atom Wasser.

Wie aus der früheren Notiz über diesen Körper näher zu ersehen ist, geht derselbe mit Kali eine Verbindung ein, aus deren Auflösung er durch Säuren wieder unverändert niedergeschlagen wird. Aber beim Erhitzen wird diese Auflösung sogleich in Schwefelkalium, Schwefelcyankalium und Cyankalium zersetzt. Vor dieser Zersetzung schlägt sie aus den Bleisalzen eine orangegelbe Bleiverbindung nieder, aus der Salzsäure den rothen Körper wieder unverändert abscheidet. Bis zu

+100° erhitzt, wird die gelbe Bleiverbindung schwarz. Mit kaustischem Kali übergossen, entsteht eine Auflösung von Cyankalium und Schwefelcyankalium, und das Blei scheidet sich als schwarzes Schwefelblei ab. — Aus dem Verhalten zu diesen und anderen Basen und obiger damit übereinstimmender Zusammensetzung geht also hervor, dafs der rothe Körper als eine wasserhaltige Wasserstoffsäure zu betrachten ist, deren Radical mit Metall Verbindungen eingehen kann, indem die Metalle die Stelle des Wasserstoffs vertreten.

8) *Naphthalin-Schwefelsäure.* Wir haben vor einiger Zeit eine Analyse des krystallisirten weinschwefelsauren Baryts bekannt gemacht, woraus sich das Resultat ergab, dafs man die Säure in dem krystallisirten Salze als eine Verbindung von wasserhaltiger Schwefelsäure mit ölbildendem Gas betrachten könne *). In Hinsicht auf diese merkwürdige Verbindung schien es uns von Wichtigkeit zu seyn, eine vergleichende Analyse des naphthalinschwefelsauren Baryts vorzunehmen, da man bei den von Faraday erhaltenen analytischen Resultaten die so wahrscheinliche Analogie mit den weinschwefelsauren Salzen vermifst.

Wir stellten jenes Salz nach der von Faraday angegebenen Methode dar, und haben in Betreff desselben nichts weiter hinzuzufügen, als die Bemerkung, dafs wir nach dieser Methode nur das eine von jenem Chemiker beschriebene Salz erhielten, nämlich das mit Flamme verbrennende; wir glauben, dafs die Bildung des sogenannten verglimmenden nur von einem zufälligen, uns unbekannten Umstande herrühre, und dafs seine nur wenig abweichenden Eigenschaften von der zufälligen Beimischung einer geringen Menge einer anderen Substanz abhängen. Es schien sich bei unseren Versuchen vorzugs-

*) Man sehe diese Ann. Bd. XXII (98) S. 489. Irrthümlich ist daselbst die Weinschwefelsäure als eine Verbindung von Schwefelsäurehydrat und Aether bezeichnet.

weise dann zu bilden, wenn wir die Naphthalinschwefelsäure durch Zusammenbringen von wasserfreier Schwefelsäure mit Naphthalin erzeugten. Dieses zerflofs damit unter starker Erhitzung zu einer purpurrothen Masse, die zuletzt schwarzgrün wurde. Sie gab bei der Sättigung mit kohlensaurem Baryt fast nur naphthalinschwefelsauren, und nur wenig schwefelsauren Baryt, und freies Naphthalin wurde dabei gar nicht abgeschieden.

Nach Faraday's Analyse ist der naphthalinschwefelsaure Baryt so zusammengesetzt, dafs man ihn als ein Doppelsalz von schwefelsaurem Baryt mit schwefelsaurem Naphthalin, ohne Wasser, betrachten kann, und das Naphthalin ist darin mit derselben Menge Schwefelsäure verbunden, welche im schwefelsauren Baryt enthalten ist *). Es war also nur die angebliche Abwesenheit des Wassers, welche eine Verschiedenheit in der Zusammensetzungsweise zwischen Naphthalinschwefelsäure und Weinschwefelsäure begründete, und diese Verschiedenheit, wenn sie sich bestätigte, mufste sehr für die Annahme sprechen, dafs auch die Weinschwefelsäure nur als eine Verbindung von wasserfreier Schwefelsäure mit ölbildendem Gas, und nicht als eine Verbindung von Schwefelsäure mit Aether oder Alkohol betrachtet werden könne. Und in der That haben wir die von Faraday angegebene Zusammensetzung, so wenig auch die von ihm befolgte analytische Methode Vertrauen einflöfste, bestätigt gefunden, und wir dürfen wohl nun, wenn solche Schlüsse richtig sind, umgekehrt von der Zusammensetzung der Naphthalinschwefelsäure auf die nicht direct zu entscheidende der Weinschwefelsäure schliefsen.

Den Barytgehalt des Salzes bestimmten wir aus dem bei der Calcination desselben zurückbleibenden schwefelsauren Baryt, und der gesammte Schwefelsäuregehalt wurde erhalten durch Schmelzen des Salzes mit einem in grofsem Ueberflufs genommenen Gemenge von Salpeter und koh-

*) Diese Annalen, Bd. VII (83) S. 110.

lensaurem Kali, Auflösen in verdünnter Salpetersäure und Fällen mit Baryt. Auf diese Weise erhielten wir, nach mehreren übereinstimmenden Versuchen, für 100 Theile naphthalinschwefelsauren Baryt:

26,58 Baryterde
13,92 Schwefelsäure
13,92 Schwefelsäure
45,58 würden demnach noch an 100

fehlen, und wären die Quantität Naphthalin, welche mit 13,92 Schwefelsäure verbunden seyn würde.

Nun erhielten wir ferner von 0,200 Grm. Barytsalz durch Verbrennen mit Kupferoxyd bei +4°,7 Temperatur und 28" Barometer 158,5 C. C. kohlensaures Gas. Bei einer zweiten Analyse bekamen wir dieselbe Menge von gleich viel Salz.

Und endlich lieferten 0,400 naphthalinschwefelsaures Baryt beim Verbrennen mit Kupferoxyd 0,103 Wasser, entsprechend 2,86 Proc. Wasserstoff.

Der Kohlenstoff, nach der obigen Analyse berechnet, beträgt 43,4. Addirt zu 2,86 Wasserstoff, giebt 46,26 Naphthalin oder etwas mehr als 45,58, welcher kleine Ueberschufs, nach der bekannten Zusammensetzung des Naphthalins, auf den Wasserstoff fällt, und unstreitig von Feuchtigkeit aus dem Kupferoxyd herrührt.

Die Formel für den naphthalinschwefelsauren Baryt ist demnach:

$$(H^2C^3 + 2\ddot{S}) + \dot{B}a,$$

worin H^2C^3 die durch Oppermann *) bestimmte Zusammensetzung des Naphthalins bezeichnet.

9) *Aether-Bildung durch Fluorbor.* Um uns von dieser von Defosses **) angegebenen Aether-Bildung zu überzeugen, leiteten wir Fluorborgas in absoluten Alkohol. Es wurde davon unter Erhitzung in grofser Menge absorbirt, und die Flüssigkeit gestand zuletzt zu einer

*) Diese Annalen, Bd. XXIII (99) S. 302.

**) *Annales de chimie et de physique, T. XVI p.* 72.

klaren, rauchenden Gallerte. Ein kleiner Theil wurde mit Kali gesättigt; es schied sich kein Aether ab, aber die Flüssigkeit nahm einen eigenthümlichen, vom Aether durchaus verschiedenen, angenehmen Geruch an, und gab bei der Destillation nur Alkohol. Der gröfsere Theil des mit Fluorbor gesättigten Alkohols wurde für sich destillirt, und gab ein klares Destillat, woraus Wasser eine bedeutende Portion reinen Aethers abschied. — Fluorkieselgas, bis zur Sättigung in absoluten Alkohol geleitet, gelatinirte damit nicht, und bildete auch keinen Aether damit, wie auch schon aus einem Versuche von Berzelius hervorgeht.

10) *Baryumsuperoxyd.* Das Hydrat desselben, dieses unentbehrliche Material zur Darstellung des Wasserstoffsuperoxyds, kann man sich auch ganz leicht auf folgende Art bereiten: Man erhitzt kaustischen Baryt in einem Platintiegel bis zum kaum merkbaren Glühen über der Spirituslampe und streut nach und nach in kleinen Antheilen chlorsaures Kali darauf. Unter Erglühen verwandelt sich dadurch die Baryterde in Superoxyd. Aus der völlig erkalteten Masse wäscht man das Chlorkalium mit kaltem Wasser aus; das Superoxyd verwandelt sich dabei in Hydrat und bleibt als weifses Pulver zurück. Es läfst sich in der Luft trocknen, jedoch darf man dabei keine Wärme zu Hülfe nehmen. Zufolge einer approximativen Analyse scheint es 6 Atome Wasser zu enthalten.

Gelbes Bleioxyd, mit chlorsaurem Kali zusammengeschmolzen, verwandelt sich dadurch gleichfalls leicht in schwarzbraunes Superoxyd. *Grünes Chromoxyd* bildet mit schmelzendem chlorsauren Kali unter heftiger Einwirkung Chlorgas und neutrales chromsaures Kali.

VII. *Ueber das Paraffin und das Eupion; Vorwort zu dem nachfolgenden Aufsatz.*

Unter diesen Namen hat Hr. Dr. Reichenbach zu Blansko in Mähren zwei von ihm bei der trocknen Destillation organischer Körper entdeckte Producte im Schweigger'schen Journale, Bd. 59 S. 436, Bd. 61 S. 273 und Bd. 62 S. 129 beschrieben, welche sich durch ihre Eigenschaften von allen bisher bekannten Substanzen unterscheiden.

Das *Paraffin*, ein dem Stearopten anzureihender Körper, ist in gewöhnlicher Temperatur starr und krystallinisch, rein weifs, geruch- und geschmacklos, mild und zart, etwa wie das Cetin anzufühlen, knetbar, ohne sich gern zu vereinigen, durch den Strich einen Fettglanz annehmend, ein Nichtleiter der Elektricität, und an freier Luft selbst nach Monaten noch keinen merklichen Gewichtsverlust zeigend; schmilzt bei $43^\circ \frac{3}{4}$ C. zur farblosen, klaren, öligen Flüssigkeit, siedet in höherer Temperatur, und verfliegt dabei in Gestalt weifser Dämpfe, geht bei trockner Destillation unverändert und ohne Rückstand in die Vorlage, bräunt sich dabei nur, falls es mit anderen organischen Substanzen verunreinigt ist. An eine Kerzenflamme gebracht, schmilzt es, ohne zu brennen; im Platinlöffel bis zur beginnenden Verdampfung erhitzt, läfst es sich aber an einer Kerze entzünden, und verbrennt dabei mit heller, weifser Flamme, ohne Rufs und Rückstand. Ein damit getränkter Docht brennt wie eine schöne Wachskerze, ohne Geruch. Auf Löschpapier gestrichen, zieht es nicht darin ein; in gewöhnlicher Temperatur bringt es darauf keinen Fettfleck hervor. Sein specifisches Gewicht ist 0,870.

In chemischer Hinsicht zeichnet sich das Paraffin

durch eine merkwürdige Indifferenz aus; daher auch sein Name (von *parum affinis*). Ganz ohne Wirkung auf dasselbe sind: Chlor, als Gas wie in Wasser gelöst, Schwefel-, Chlorwasserstoff-, Salpeter-, Essig-, Klee- und Traubensäure, Aetzkalilauge, Aetzammoniak, Kalk-, Baryt- und Strontianwasser, kohlensaure Alkalien, Kalkhydrat in Pulverform, Kalium selbst schmelzend, rothes Bleioxyd und Manganhyperoxyd. Schwefel, Phosphor und Selen lassen sich nicht mit dem Paraffin zusammenschmelzen; geschmolzen vermischt scheinen sie indeſs in geringer Menge von ihm aufgenommen zu werden. Mit Kampher, Naphthalin, Benzoë, fest gekochtem Schwarzpech läſst es sich nicht durch Zusammenschmelzen vereinigen, wohl aber mit Stearin, Cetin, Bienenwachs und Kolophon. Schweinefett und Unschlitt lassen sich zwar damit zusammenschmelzen, trennen sich aber beim Erkalten wieder davon. Olivenöl löst kalt das Paraffin etwas träge, warm aber leicht; Mandelöl desgleichen, aber langsamer. Terpentinöl, Theeröl und Steinöl lösen es dagegen leicht in der Kälte. 100 Th. Aether lösen 140 Th. Paraffin bei 25° C.; bei etwas niederer Temperatur erstarrt die Lösung zur krystallinisch weiſsen Masse. Absoluter Alkohol löst in der Kälte wenig, und läſst selbst dieses Wenige auf Zusatz von Wasser niederfallen; in der Siedhitze nimmt er aber etwa 3,45 Proc. seines Gewichtes auf, und die Lösung gesteht beim Erkalten. Alkohol von 80 Proc. löst bei 20° C. nur 0,33 (Procent?). Gefärbte Pflanzenpapiere werden von der alkoholischen Lösung nicht verändert.

Das *Eupion* (von πιῶν oder πιόν, Fett und dem Adverbium ευ) ist flüssig, selbst noch bei —20° C., farblos, wasserklar, geruch- und geschmacklos, an der Luft unveränderlich, ein Nichtleiter der Elektricität, ohne Wirkung auf Lackmus- und Curcumäpapier, ist dünnflüssig wie absoluter Alkohol, bildet Tropfen bei 20° C. 0,296 so groſs wie Wassertropfen, breitet sich auf Glas

sehr leicht aus, steigt aber in Glasröhren nur 0,6207 so hoch wie Wasser, macht auf Löschpapier einen Fleck, der mit der Zeit von selbst, schneller bei Erwärmung verschwindet, besitzt bei 22° C. das specifische Gewicht 0,740, vergröfsert sein Volum von 19° C. bis 169° C. um etwa ein Fünftel, siedet unter 27″ Luftdruck bei 169° C., und geht dabei, falls es ganz rein ist, ohne Rückstand und Färbung über. Läfst sich in offner Schale durch einen Span nicht entzünden, wohl aber bei Erhitzung in einem Platinlöffel, brennt ferner mittelst eines Dochts leicht und mit lebhafter, rufsfreier Flamme, selbst wenn die Flamme händehoch ist.

Im Wasser, kalten wie warmen, ist das Eupion ganz unlöslich. 100 Th. absoluten Alkohols bei 18° C. lösen 33 Th. Eupion, setzen es beim Erkalten aber gröfstentheils wieder ab. In der Hitze sind beide Flüssigkeiten in jedem Verhältnisse mischbar. Käuflicher Weingeist löst bei 18° C. nur 0,0125 Proc., in der Siedhitze 5 Proc. Aether, mit einem Zehntel an Eupion vermischt, bildet eine klare, mit dem fünffachen Gewichte desselben aber eine trübe Flüssigkeit; letztere klärt sich nach einiger Ruhe, wobei sich Wasser aus dem Aether abscheidet. Reiner Aether ist in allen Verhältnissen mit dem Eupion mischbar; Zusatz von Weingeist von 35° B. scheidet dasselbe in öligen Tropfen aus dieser Lösung. Essigäther löst ein Drittel oder Viertel seines Gewichts an Eupion. Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl, Steinöl, Mandel- und Olivenöl sind schon in der Kälte leicht damit vermischbar.

Chlorgas und noch mehr Brom werden kalt vom Eupion aufgenommen, lassen sich aber in der Wärme wieder austreiben, ohne dasselbe verändert zu haben. Jod löst sich mit violetter Farbe schon kalt, reichlicher warm, und krystallisirt theilweise beim Erkalten heraus. Phosphor, Selen und Schwefel werden kalt nicht aufgelöst, wohl aber in der Wärme; beim Erkalten fallen sie

wieder heraus, letzterer zum Theil, die beiden ersten, wie es scheint, gänzlich. Naphthalin, Kampher, Stearin, Cetin, Cholesterin, Paraffin und Copaivabalsam lösen sich schon in der Kälte, reichlicher in der Hitze. Rindertalg löst sich bei 25° C.; bei 20° C. wird aber die Lösung griesig, wahrscheinlich indem sich das Stearin ausscheidet, und das Oliein im Eupion gelöst bleibt. Bienenwachs wird in der Hitze völlig gelöst, beim Erkalten aber gröfstentheils wieder abgesetzt. Kolophon wird kalt nur theilweis, beim Sieden ganz gelöst, Benzoë, Anime, Copal und Gummilack lösen sich selbst beim Sieden nur theilweis, und fallen beim Erkalten ganz oder theilweis wieder nieder. Kautschuck schwillt aufserordentlich auf, löst sich jedoch weder kalt, noch in Stubenofenwärme, wohl aber nahe beim Sieden reichlich und vollständig. Die Lösung trocknet an der Luft nicht aus, wird, auf einer Glasscheibe der Ofenwärme ausgesetzt, bald klebrig, Fäden liefernd und dann trocken. Das Kautschuck bleibt jedoch als spröder Firnifs zurück, der wie eingetrocknetes Gummi oder Firnifs in kleinen Schüppchen mit dem Messer abgekratzt werden kann.

Ohne Wirkung auf das Eupion sind: Concentrirte Salpetersäure, concentrirte Schwefelsäure, Chlorwasserstoffsäure, Eisessig, Oxal-, Wein-, Bernstein- und Citronensäure, Kalium, Kalihydrat, Aetzkalilauge, Kalkhydrat, Kalk-, Baryt- und Strontianwasser, Ammoniakflüssigkeit, kohlensaure Alkalien, rothes Bleioxyd, rothes Quecksilberoxyd, Manganhyperoxyd, Kupferoxyd, doppelt-chromsaures Kali.

Die beiden so eben beschriebenen Stoffe scheinen in jedem Theer aus pflänzlichen und thierischen Substanzen, wie auch im Steinkohlentheer, enthalten zu seyn. Am leichtesten und reichlichsten läfst sich indefs das *Paraffin* aus dem Pflanzentheer, besonders dem aus Büchenholz, und das Eupion aus dem Thiertheer oder Dippelsöl abscheiden.

Wird

Wird Theer, durch Verkohlung von Büchenholz gewonnen, zur Trockne destillirt, so bekommt man in der Vorlage, sobald sie nicht gewechselt noch gerüttelt worden ist, drei verschiedene Flüssigkeiten, obenauf eine ölige (leichtes Theeröl), in der Mitte eine saure wäſsrige, und am Boden wieder eine ölige (schweres Theeröl). Letztere unterwirft man einer abermaligen Destillation, und wenn das allmälig immer dickflüssiger gewordene Destillat anfängt stockig und schuppig zu werden, wechselt man die Vorlage und verstärkt die Hitze, so weit es Glasgefäſse zulassen, und bis der Rückstand schwarz und dick aufsteigt. In der Vorlage, die mit dickem gelben Nebel gefüllt ist, befindet sich nun eine ölige Flüssigkeit, in der man gegen das Licht zahlreiche Flitterchen von Paraffin bemerkt. Aus dieser Flüssigkeit, welche, wenn sie noch nicht von der angegebenen Beschaffenheit ist, durch mehrmalige Destillation dahingebracht werden muſs, läſst sich nun das Paraffin auf zwei verschiedenen Wegen darstellen.

Der erste besteht darin, daſs man dieſs Destillat mit dem sechs- bis achtfachen Gewichte Weingeist von 36° B. mischt und schüttelt. Aus der trüben Mischung setzt sich nach kurzer Ruhe eine dickflüssige Masse ab; diese wird wiederholt mit Weingeist von derselben Stärke gewaschen, bis sie in farblose Blättchen übergegangen ist; letztere löst man endlich in heiſsem absoluten Alkohol auf und läſst die Lösung erkalten. Das Paraffin scheidet sich dabei in feinen weiſsen Nadeln und Blättchen aus, die zur völligen Reinigung nochmals in heiſsem absoluten Alkohol gelöst und durch Erkalten daraus abgesondert werden können; eben so verfährt man mit dem Antheil, der sich aus der alkoholischen Mutterlauge durch Eindampfen gewinnen läſst. Auf diese Weise erhält man das Paraffin als zarten, schneeweisen Niederschlag, doch eben nicht mit Vortheil, da viel Weingeist darauf geht, und

ein nicht unbeträchtlicher Theil von Paraffin darin gelöst bleibt.

Zweckmäfsiger ist der folgende Weg. Das mehrmals destillirte schwere Theeröl mische und schüttele man mit concentrirter Schwefelsäure oder rauchendem Vitriolöl in kleinen Portionen ($\frac{1}{20}$ seines Gew.), bis das Gemenge ganz schwarz und flüssig geworden ist, was unter Erhitzung und Entwicklung von schwefliger Säure vor sich geht, und von der Säure etwa $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ des Gew. der öligen Flüssigkeit erforderlich macht. Steigt die Erhitzung dabei nicht bis 100° C., so mufs man künstlich nachhelfen. Man läfst nun das Gemenge an einem mindestens 50° C. warmen Ort, so dafs das Paraffin nicht erstarrt, zwölf oder mehrere Stunden ruhig stehen, worauf man auf der Oberfläche eine völlig farblose Flüssigkeit antrifft. Diese, eine Verbindung von Paraffin mit einem eigenthümlichen Oel, wird entweder abgeschöpft, oder, nach dem Erkalten des Ganzen, in Scheibenform abgenommen, alsdann zerstückt, mit Wasser gewaschen, und zwischen Fliefspapier ausgeprefst, wobei das Oel sich in's Papier zieht, und das Paraffin in Blättchen zurückbleibt, die nun auf bereits angegebene Weise durch Lösung in heifsem absoluten Alkohol gereinigt und unter Wasser zur Masse zusammengeschmolzen werden. Diese Masse mufs farblos und durchsichtig wie reines Glas, trocken und wenig biegsam seyn, auch auf Fliefspapier keinen Fettfleck geben.

Sollte, wie bisweilen der Fall ist, die Verbindung von Paraffin und Oel sich nicht gehörig von dem schwefelsäurehaltigen Gemisch abscheiden, so unterwirft man dieses einer Destillation. Es geht dabei Wasser, schweflige Säure und ein Oel über. Letzteres, sobald es dickflüssig (paraffinhaltig) wird, fängt man besonders auf, und behandelt es wie vorhin mit Schwefelsäure, mit Alkohol u. s. w. — Ist jene Verbindung nicht völlig farblos, so läfst man sie erstarren, und behandelt sie für sich mit concentrirter Schwefelsäure, unter warmer und langsamer Klärung.

Das *Eupion* gewinnt man am Besten, wenn man frischen rohen Thiertheer, aus Fleisch, Knochen, Hufen oder Horn bereitet, in eine eiserne Retorte thut und von 8 Litern 5 Liter abzieht, dann von diesem Destillate in eine Glasretorte abermals 3 Liter überzieht, und nun die erhaltene Flüssigkeit portionenweis mit ½ Kilogramm Vitriolöl, unter Mäfsigung der Erhitzung durch Pausen zur Abkühlung, fleifsig schüttelt. Es entsteht dadurch eine rothe Auflösung, und eine hellgelbe, klare, leichte Flüssigkeit, welche letztere man absondert, in einer Retorte mit dem gleichen Gewichte Vitriolöl mischt, und zu ¾ überzieht. Das farblose Destillat wird mit Kalilauge gewaschen, nach einiger Digestion die orangegelb gewordene Lauge vom Oel getrennt, dieses nochmals mit dem halben Gewicht Vitriolöl gemischt, darüber abdestillirt, wieder mit erhitzter Kalilauge gewaschen, davon abgegossen, und nun sehr langsam mit reinem Wasser destillirt, bis ¾ desselben in die Vorlage gegangen sind, wobei das Paraffin, noch gemischt mit Eupion, zurückbleibt. Das überdestillirte Eupion wird neben concentrirter Schwefelsäure 24 Stunden lang unter die Luftpumpe gebracht, dann mit einigen Körnern Kalium bis zum Sieden erhitzt, wobei sich rothbraune Flocken absetzen, abgegossen, und, wenn es nach abermaliger Behandlung sich nicht mehr trübt, sondern das Kalium blank metallisch zurückläfst, aufgehoben; rein ist es erst dann, wenn es völlig rufsfrei verbrennt, und kein gröfseres specifisches Gewicht als 0,740 besitzt. — Vom beigemengten Paraffin scheidet man das Eupion entweder, weil es etwas flüchtiger als der Paraffin ist, durch Destillation mit starkem Wasserzusatz, oder durch Weingeist, worin das Paraffin unlöslicher ist, oder durch Frost, wobei das Paraffin herauskrystallisirt. Die Destillation mit Wasser, wenn man dabei nur die ersten Portionen auffängt, liefert es am reinsten vom Paraffin.

Auf die beschriebene Weise, nur mit geringen Ab-

änderungen, doch weniger vortheilhaft, läfst sich auch das Eupion aus dem Pflanzentheer, und das Paraffin aus dem Thiertheer darstellen.

Beide Stoffe sind mannigfacher technischer Anwendungen fähig; das Paraffin übertrifft das Wachs und ersetzt den Wallrath als Material zu Tafelkerzen, und leistet, weil es Säuren und Alkalien vollkommen widersteht, zu Verpfropfungen und Verkittungen die besten Dienste, kann als Wagenschmier benutzt werden u. s. w. Das Eupion ist ein vortreffliches Mittel zur Aufbewahrung von Kalium, wahrscheinlich auch zur Trennung des Stearin vom Olein, und eins der vorzüglichsten nicht rufsenden Leuchtmateriale, auch schon in Verbindung mit Paraffin.

VIII. *Analyse des Paraffins; von Jules Gay-Lussac.*

Hr. Prof. Liebig hat die Gefälligkeit gehabt, mir zu einer Analyse Paraffin mitzutheilen, welches er zu diesem Zweck von Hrn. Dr. Reichenbach erhalten hatte. In jedem Fall war die Analyse dieses so merkwürdigen Körpers von grofsem Interesse, und ich habe mich daher um so mehr bemüht, sie mit aller der Sorgfalt anzustellen, welche der Gegenstand verdiente, und welche mir die günstige Gelegenheit, diese Untersuchung in dem Laboratorium des Hrn. Liebig und mit dessen Apparat ausführen zu können, gewährte.

Zufolge der fettartigen Beschaffenheit dieses Körpers wäre es unmöglich gewesen, ihn mit Kupferoxyd zu mengen; es wurde deshalb so verfahren, wie zuerst Oppermann bei seiner Analyse des Naphthalins verfuhr *). Es wurde nämlich ein Stückchen Paraffin abgewogen und

*) Diese Annalen, Bd. XVIII (99) S. 302. *P.*

sogleich in die Verbrennungsröhre gebracht, so dafs es etwa in die Mitte der Röhre zu liegen kam. Alsdann wurde der untere Theil derselben bis zum Schmelzen des Paraffins erhitzt, und dasselbe auf einer Seite bis an das untere Ende herunterfliefsen gelassen. Nach dem Erkalten wurde die Röhre mit frisch ausgeglühtem und kaum erkaltetem Kupferoxyd angefüllt.

Die erste Analyse gab 84,25 Kohlenstoff und 15,00 Wasserstoff; aber da im Laufe der Operation Spuren von weifsen Dämpfen bemerkt worden waren, die sich in der Chlorcalcium-Röhre condensirt hatten, so konnte diese Analyse höchstens nur eine Annäherung geben.

Zwei andere gut gelungene Analysen gaben folgende Resultate:

a) 0,281 Grm. Paraffin lieferten:

Kohlensäure	0,866 Grm.
Wasser	0,379 -

welche für 100 Th. Paraffin entsprechen:

Kohlenstoff	85,21
Wasserstoff	14,98
	100,19.

b) 0,266 Grm. Paraffin gaben:

Kohlensäure	0,820
Wasser	0,359

für 100 Th. entsprechend:

Kohlenstoff	85,23
Wasserstoff	14,99
	100,22.

Das Mittel von beiden Analysen giebt also für die Zusammensetzung des Paraffins:

1 Atom Kohlenstoff	85,22	76,437
2 At. Wasserstoff	14,98	12,480
	100,21	88,917.

Diese Substanz besteht demnach nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff, und, *was höchst merkwürdig ist, genau in demselben Verhältnisse, wie das ölbildende Gas.* Hiermit stimmt auch ihr übriges chemisches Verhalten überein, nämlich ihre Unveränderlichkeit durch Kalium, ihre Unverseifbarkeit, überhaupt ihre chemische Indifferenz, welche gerade zu dem Namen Paraffin Anlafs gab. Durch concentrirte heifse Schwefelsäure wird es indessen, wie ich gefunden habe, unter Schwärzung und Entwicklung von schwefliger Säure langsam zersetzt. Eben so verhält es sich zu wasserfreier Schwefelsäure, mit der es sich stark erhitzt. In der letzteren schwarzen Masse findet man keine Weinschwefelsäure, wie man, zufolge der Zusammensetzung des Paraffins, zu erwarten vielleicht einigen Grund hatte.

Diese Zusammensetzung endlich, macht es höchst wahrscheinlich, dafs die feste, weifse, krystallinische Substanz, welche Sérullas durch Behandlung mit Kali aus dem schwefelsäurehaltigen Weinöl (*sulfate neutre d'hydrogène bicarbone*) erhielt, und welche dieselben Bestandtheile in derselben Proportion enthalten soll, nichts Anderes sey als Paraffin.

IX. *Ueber die quantitative Bestimmung des Chinins und Cinchonins in einer käuflichen Chinarinde.*

von G. W. Scharlau.

Bei dem grofsen Verbrauch der Chinarinden, und besonders der Königschina, seit einem Zeitraume von ungefähr zehn Jahren, und bei dem immer Seltnerwerden der ächten Chinabäume, die durch das Abschälen der Rinde absterben und nicht angepflanzt werden, kommen

eine grofse Menge von Rinden im Handel vor, die mit der ächten China vermischt sind, und entweder gar kein Chinin und Cinchonin, wie z. B. die *China flava dura*, oder doch nur sehr wenig, wie z. B. die *China Jaen*, enthalten, so dafs diese zum medicinischen Gebrauche ganz untauglich, und zur Bereitung der Chinabasen unvortheilhaft sind. Es ist zwar leicht, eine gute Königschina oder eine ächte braune Chinarinde von den schlechten Arten zu unterscheiden; indessen ist es doch gewifs sehr schwer, und vielleicht ganz unmöglich, eine, schon zum grofsen Theil ihrer Basen beraubte Rinde, als eine solche zu erkennen. Gewinnsüchtige Droguisten in Frankreich kochen nämlich die ganze Rinde mit Wasser und Säure aus, trocknen sie wieder, bestreuen sie mit feinem Pulver der guten Chinarinde, und lassen sie einige Zeit in einem Fasse, das an einer Welle herumbewegt wird, schütteln; dadurch erhalten die Rinden ihre, durch das Auskochen etwas dunkler gewordene Farbe, auf der Oberfläche wieder, und kommen so in den Handel.

Um daher also beim Einkauf einer Rinde ganz sicher zu gehen, dafs man eine an Base reichhaltige erhält, so ist es nothwendig, die fragliche Rinde chemisch zu untersuchen. Da zwar schon mehrere Angaben zur Prüfung der Chinarinden angegeben sind, so möchte es vielleicht anmafsend erscheinen, eine neue angeben zu wollen; da aber die hier folgende Methode in möglichst kurzer Zeit, und mit kleinen Mengen von China, die genausten Resultate giebt, so kann ich sie als sehr practisch empfehlen.

Man hat sich auf vielfache Weise bemüht, die Basen aus den Rinden zu extrahiren, theils wandte man dazu Weingeist, theils mit Schwefel- oder Chlorwasserstoffsäure versetztes Wasser, theils auch mit obigen Säuren angesäuerten Alkohol an; wirft man aber einen Blick auf die Art des Vorkommens der Chinabasen in den Rinden, so wird es einleuchtend, dafs man auf die eine

oder andere Weise entweder nur einen unvollständigen Auszug, oder einen solchen, der mit einer Menge Chinaroth, Extractivstoff und Chinatannin verunreinigt ist, und mit dessen Abscheiden man sehr zu kämpfen hat, erhält. Es wird diese Verunreinigung bei kleinen Mengen um so mehr hinderlich seyn und ungenaue Resultate geben, als man durch das öftere Auflösen, Filtriren und Niederschlagen immer Verluste erleidet, die bei so kleinen Mengen von Basen, die man vielleicht aus einigen Quentchen der untersuchten Rinde, schon bedeutend sind.

Sowohl Chinin als Cinchonin kommen entweder einzeln oder zusammen in den verschiedenen Chinarinden vor, und zwar nie frei, sondern gebunden:

1) an eine der China eigene Säure, der Chinasäure, und zwar als saures Salz; und
2) an einen eigenthümlichen färbenden Stoff, den man Chinaroth genannt hat, und der die Rolle einer Säure spielt.

Die erste Verbindung der Chinabasen ist in siedendem Wasser auflöslich; auch wird sie durch Schwefel-, oder Chlorwasserstoffsäure zerlegt, und in schwefelsaure oder chlorwasserstoffsaure Salze verwandelt, und die Chinasäure ausgeschieden. In starkem Weingeist sind die chinasauren Basen nur wenig löslich, daher enthält ein geistiger Auszug von dieser Verbindung wenig.

Die zweite Verbindung ist nur wenig in Wasser löslich und durchaus nicht durch bloſses Wasser zu trennen, sondern sie scheidet sich nach dem Erkalten wieder aus, und ist die Ursache der Trübung eines Chinadekokts. In Säuren und Weingeist ist sie löslich; allein auch hier schwer zu trennen. Um also in einem Auszuge die Basen beider Verbindungen ohne Chinaroth und Gerbstoff zu haben, ist es nothwendig beide Stoffe zu entfernen. Die Eigenschaften des Chinaroths und des Chinagerbstoffs, in kaustischen Alkalien löslich zu seyn,

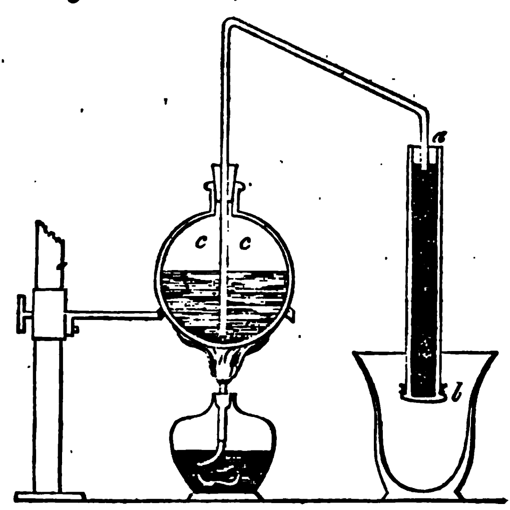
giebt hier ein Mittel an die Hand, dieselben, unbeschadet der Basen, der Rinde zu entziehen.

Man wähle von der fraglichen Rinde einige unbedeckte, bedeckte, dünne und starke Stücke aus, lasse sie pulvern, jedoch nicht zu fein, und übergiefse zwei Loth dieses Pulvers mit zwei Quentchen einer Auflösung des kaustischen Kali's von der Stärke, wie sie die Preufsische Pharmacopoe vorschreibt, und so vielem Wasser, dafs das Ganze ein dünner Brei wird, und lasse es unter öfterem Umrühren zwölf Stunden bei einer Temperatur von 20 bis 25° C. stehen. Das Gemenge bläht sich auf, wird schwarzbraun und entwickelt eine Menge von Luftblasen. Nun lege man den Chinabrei in eine Luftcompressionspresse, wie sie im Archiv des Apothekervereins, Bd. 36 S. 1, von mir beschrieben worden ist, und bringe durch einige Stöfse der Compressionspumpe das im kaustischen Kali aufgelöste Chinaroth, den aufgelösten Gerbestoff und das chinasaure Kali heraus. Die etwas dickliche Flüssigkeit sieht dunkelbraunroth aus, und enthält auch nicht eine Spur von Chinabasen. Mit einigen Loth kalten Wassers extrahirt man aus der Rinde in der Presse noch vollständig die genannten aufgelösten Stoffe. In der Rinde bleibt nun nur der von der Chinasäure getrennte Kalk, die Chinabasen und etwas Extractivstoff mit der Faser verbunden. Man läfst nun die China gleich in der Presse und zieht sie mit 16 Loth destillirtem Wasser, dem ein Quentchen verdünnte Schwefelsäure zugefügt wird, vollständig aus. Schon durch 12 Loth wird die Rinde fast ganz erschöpft, und es haben die letzten vier Loth fast gar keinen Geschmack. Die weingelbe, sehr bitter schmeckende, noch freie Säure enthaltende Flüssigkeit wird mit so viel kohlensaurer Kalkerde versetzt, dafs immer noch etwas Säure vorwaltet, und dann zwölf Stunden bei Seite gesetzt, damit der gebildete schwefelsaure Kalk, verbunden mit den noch fär-

benden Stoffen sich absetze, dann filtrirt und die nun fast wasserhelle Flüssigkeit gelinde zur Trockne verdampft. Es scheidet sich während des Abdampfens noch etwas schwefelsaure Kalkerde ab, daher löse man die sauren schwefelsauren Chinabasen aus dem trocknen Rückstande mit Weingeist von 80 Graden auf, und filtrire die Lösung von der schwefelsauren Kalkerde ab, versetze die geistige Lösung mit Wasser, verdunste den Weingeist, und schlage aus der möglichst concentrirten Lösung durch kaustisches Ammoniak die Basen nieder. Man trockne den Niederschlag, der nun reines Chinin und Cinchonin enthält, und digerire ihn mit Aether, der das Chinin auflöst und das Cinchonin zurückläfst. Nach dem Verdunsten des Aethers bleibt das Chinin als eine gelbliche gummiartige Masse zurück. Da man bei so kleinen Mengen von China auch nur wenig von den Basen erhält, so ist es gut, das Uhrgläschen, auf dem man die ätherische Lösung verdunsten läfst, vorher zu wägen, eben so auch das Filtrum, auf dem man das Cinchonin, aus der ätherischen Lösung des Chinins zurückbleibend, sammelt. Aus der mit kaustischem Kali bereiteten Lösung des Chinaroths, kann man dasselbe durch Säuren niederschlagen, es entsteht ein sehr voluminöser Niederschlag, der nach gehörigem Aussüfsen und Trocknen eine leberbraune; spröde, glänzende Masse darstellt, und merkwürdig genug, in der braunen, rothen und Königschina gleich viel beträgt. In der vom gefällten Chinaroth abfiltrirten Flüssigkeit ist keine Spur von Chinabasen, wovon man sich leicht durch Zusatz von einem wäfsrigen Galläpfel-Auszug überzeugen kann.

In einem pharmaceutischen Journale wurde vom Hrn. Apotheker Veltmann in Osnabrück eine Vorschrift zu einem Ausziehungsapparate, und zu einer Ausziehungsart kleiner Mengen von Chinarinde gegeben. Da dieselbe mehrfach gerühmt worden ist, so habe ich Versuche mit dem Apparate nach der Veltmann'schen Vorschrift angestellt.

Derselbe besteht aus einer Glaskugel *cc*, die mit einer Oeffnung versehen ist, durch diese führt mittelst ei-



nes durchbohrten Pfropfens eine zweischenklige Glasröhre bis auf den Boden der Kugel, die mit drei Loth Alkohol und zwanzig Tropfen Chlorwasserstoffsäure bis zur Hälfte gefüllt ist. In eine cylindrische Glasröhre *ab*, die unten bei *b* mit etwas Baumwolle und dünner Leinwand verschlossen ist, wird nun ein Quentchen der gepulverten Chinarinde mit eben so viel gepulvertem Quarze gemengt, mit Weingeist und einigen Tropfen Chlorwasserstoffsäure befeuchtet, eingebracht, mit einem durchbohrten Pfropfen verschlossen, und durch diesen der zweite Schenkel der Glasröhre gebracht. Nun erhitzt man mittelst einer Spirituslampe den Alkohol in der Glaskugel, jedoch mit Vorsicht. Durch den Druck, den die Dämpfe des Weingeists auf die China ausüben, wird dieselbe extrahirt. Der Weingeist geht ganz dunkelbraun gefärbt aus der Röhre. Man versetzt nun die braune geistige Tinctur mit 20 Gran Aetzkalk, der mit Wasser gelöscht wird, um das Chinaroth zu fällen und die Säure abzustumpfen, filtrirt dann, zieht den Weingeist ab, sättigt

die freien Basen mit Säure, setzt etwas Wasser zu und fällt sie mit Aetzammoniak. Es wird einem Jeden einleuchten, dafs mit diesem complicirten Apparat nichts mehr, ja selbst noch weniger bewirkt wird, als mit einer gewöhnlichen Digestion. Schon bei 25° bis 30° verwandelt sich der Weingeist in Dämpfe und geht dann fast nur lauwarm durch die China; zur Auflösung der Basen wird von dem lauwarmen Weingeist mehr erfordert, als von einem, der 50° bis 60° freie Wärme hat; man bedarf also zur Ausziehung in dem Veltmann'schen Apparate einer gröfseren Menge, als wenn man die China mit Weingeist digerirt. Wie beschwerlich aber die Abscheidung des Farbestoffs aus einer weingeistig-sauren Lösung ist, weifs Jeder, der sich mit Ausziehung der China auf diesem Wege beschäftigt hat. Auch hat man bei etwas starker Erhitzung leicht das Zersprengen des Apparats zu befürchten, das für den Arbeiter oft mit Gefahr verbunden ist. Zur Fällung des Farbestoffs bedient man sich auch mit gröfserem Vortheile des Zinnchlorürs, das damit eine unlösliche Verbindung eingeht; man filtrire die Flüssigkeit, entferne den Ueberschufs des Fällungsmittels durch Schwefelwasserstoff, filtrire wieder, ziehe dann den Weingeist ab, und fälle nun aus der chlorwasserstoffsauren Lösung mit ätzendem Kali die Chinabasen.

X. *Ueber das neueste Mikroskop, von Pistor und Schiek in Berlin, gefertigt im Januar 1832.*

(Ein Schreiben von Hrn. Ehrenberg an den Herausgeber.)

— Ich eile ein doppeltes Unrecht zu verhüten, und bitte daher um Aufnahme dieser wenigen Zeilen in dasselbe *Januarheft* der *Annalen der Physik*, worin mein klei-

ner Aufsatz *über die einfache organische Materie* abgedruckt ist.

Ich habe den Bemühungen der mechanischen Anstalt des Hrn. Geh. Raths Pistor und Hrn. Schiek, rücksichtlich der technischen Ausbildung der Mikroskope mit Anerkennung zu erwähnen Gelegenheit genommen. Seitdem ist aber Hrn. Schiek die Vollendung eines so ausgezeichneten Mikroscops gelungen, dafs ich bedauern mufs, nicht dessen Vorzüge sogleich haben anführen zu können. Mit wahrer Begeisterung hat mich die Schärfe und Vergröfserung erfüllt, welche Hrn. Schiek gelungen ist, in diefs bequeme und zierliche Instrument zu legen; und da die Eigenschaften desselben auf einer von ihm bestimmten Regel der Objectlinsen-Verbindung beruhen, und mehrere gleichzeitig angefertigte Instrumente dieselbe Klarheit des Bildes geben, so halte ich für Pflicht und wissenschaftlichen Vortheil, die Resultate meiner Vergleichung der besten mir zu Gebote stehenden Instrumente noch mitzutheilen. Meine individuelle Ansicht über das Chevallier'sche, Ploefsl'sche und Schieksche Mikroskop, welche die besten sind von allen, die ich bisher gesehen habe, ist folgende. Die Vorzüge dieser sämmtlichen drei Mikroskope beruhen auf der Entdeckung von Selligue, und den wichtigsten Fortschritt auf dieser Basis hat wohl Chevallier gemacht.

Ansehnliches Gesichtsfeld, Schärfe der Umrisse bis in die stärksten Vergröfserungen, grofse Stärke dieser Vergröfserungen, hinreichender Abstand der Objectlinse vom Object, der bei den stärksten Vergröfserungen noch eine Linie beträgt, Einfachheit der Einrichtung und dadurch bedingter sehr mäfsiger Preis, diefs sind die practischen Vorzüge des Chevallier'schen Mikroskops.

Das Ploefsl'sche Mikroskop, auf gleichem Wege weiter gefördert, zeichnet sich vor mehreren von mir verglichenen Chevallier'schen durch folgende Eigenschaften vortheilhaft aus. Es hat ein eben so ansehnliches

Gesichtsfeld, noch gröfsere, vielleicht etwas zu grofse Lichtstärke, fast doppelt so starke Vergröfserung im Durchmesser mit scharfen Umrissen, und ist bequemer bei dem Gebrauche der stärksten Vergröfserungen wegen Anwendung von mehreren Ocularen, anstatt des verlängernden Tubus, welcher jenes zu sehr erhöht. Unangenehme Eigenschaften des Ploefsl'schen Mikroskops sind: ein für Beobachtung von Flüssigkeiten fast ganz unbrauchbarer, allzu kleiner Abstand der Objectlinse vom Object bei den stärksten Vergröfserungen, welcher Druckapparate anzuwenden gar nicht erlaubt, selbst nicht mit Glimmer. Ferner ist dasselbe durch mannigfache Apparate, besonders ein sehr schönes Schraubenmikrometer, in doppelt so hohem Preise als das Chevallier'sche; also in seiner gröfsten Kraft nur halb so nützlich. Die Form ist übrigens weit gefälliger, als die von Chevallier, und, wie schon erwähnt, für den Gebrauch bequemer.

Das Schiek'sche Mikroskop vereinigt die Haupttugenden der beiden genannten. Ansehnliches Gesichtsfeld, äufserst scharfes und klares Licht, welches bis in sehr hohe Vergröfserungen nichts zu wünschen übrig läfst, und mir klarer als alle übrigen erschien, wenn ich sie neben einander hatte. Vergröfserungskraft der stärksten von Ploefsl gleich, doppelt stärker als die des Chevallier, dabei ansehnlicher Focus-Abstand, welcher recht wohl erlaubt, Wasser und Druck bei den kleinsten Objecten anzuwenden. Es hat dabei unter allen die kleinste, sehr bequeme und zierliche Form, ohne zu schwach in der Fassung zu seyn. Endlich ist es durch seine Einfachheit in einem sehr mäfsigen Preise; mithin nicht blofs unthätigen Reichen, und ängstlichen und beengten Directoren öffentlicher Anstalten, sondern thätigen Naturforschern zugänglich.

Ich habe alle diese practischen Vorzüge und Nachtheile der einzelnen Mikroskope aufgeführt, ohne im Geringsten an die Empfehlung irgend einer der Anstalten

zu denken, aus der sie hervorgegangen. Es versteht sich, dafs Hr. Chevallier leicht zierlichere, bequemere und stärker vergröfsernde, Hr. Ploefsl leicht einfachere und wohlfeilere, und Hr. Schiek leicht gröfsere zusammengesetztere und theurere machen kann, je nachdem man es wünscht. Die grofse Klarheit des Bildes und *richtige Lichtstärke* ist ein Fortschritt des Hrn. Schiek, der wohl ein Gewinn für die Optik ist; aber die Vereinigung aller der genannten Eigenschaften in einem Grade, wie sie für mich neu und überraschend war, ist ein noch gröfserer Fortschritt, den ich, zur Ehre des Hrn. Schiek und der inländischen Technik, auszusprechen nicht unterlassen durfte. So gut mich auch, wie ich gern eingestehe, Hrn. Chevallier's Mikroskop bei meinen Forschungen unterstützt hat, so bedauere ich doch jetzt, nicht den Vortheil der grofsen Bequemlichkeit und starken Vergröfserung gehabt zu haben, welchen diese neuen Mikroskope den künftigen Forschern an die Hand geben.

Beiläufig bemerke ich noch, dafs die Vergröfserungs-Angaben in meinem Aufsatze weder in 5 Zoll, noch in 8 Zoll, noch in 12 Zoll Entfernung des Auges vom Objecte gemessen sind, sondern sich auf Messungen beziehen, die in gleicher Ebene mit dem Objecte gemacht wurden. Wer sie vergleichen will, dem diene zur Nachricht, dafs meine Entfernung des Auges vom Object bei der Angabe von 380maliger Vergröfserung 10″ 6‴ war, bei der von 800maliger aber 1′ 5″. Zur Vergleichung der Kraft verschiedener Mikroskope thut man wohl, die mittlere Gesichtslänge des gemeinen Sehens von 8″ zum Mefspunkte zu nehmen. Meine Gröfsen-Angaben beziehen sich auf absolutes Maafs, und bedürfen keiner Reduction.

Endlich sind in demselben Aufsatze einige Schreib- oder Druckfehler zu verbessern; ich mache besonders auf

Seite 8 Zeile 16 von oben aufmerksam, wo statt *zw*
ten zu lesen ist: *dritten,* und auf Seite 41 Zeile 16 v
oben, wo statt *das Doppelte* zu lesen ist: *die Hälft*

XI. *Notizen.*

Cyankalium bereitet Tilloy, indem er Kaliumeis
cyanür glüht, den Rückstand mit Alkohol auszieht, u
die Lösung krystallisiren läſst (*Journ. chim. med.* I
p. 758).

Silber wird nach Guibourt leicht, wiewohl nic
vollständig, von *Kupfer* getrennt, wenn man das Gemis
in Salpetersäure löst, die Lösung krystallisiren läſst, u
die Krystalle mit concentrirter Salpetersäure wäscht; i
läſst das Silbersalz fast rein zurück (*Ibid. VII.* 537).

Stickgas darzustellen, bringt Emmett Zink in schm
zendes salpetersaures Ammoniak. Es geschieht in ein
tubulirten Retorte, das Zink, an einem Draht befesti
wird successiv immer tiefer in das Salz gestoſsen, u
das mit dem Stickgas übergehende Ammoniak in Wass
aufgefangen. Das Zink löst sich so rasch, wie in stark
Säure, und zwar unter bedeutender Erhitzung (*J. of r*
Inst. I. 384). Früher schon hat Döbereiner zu gl
chem Zweck Erhitzung von Eisenfeilen mit Salpeter üb
der Weingeistlampe vorgeschlagen (Schweigg. J. Bd. 4
S. 119).

Glas, besonders weiſses bleihaltiges, (ein Uhrgl
wird stark angegriffen, wenn man salpetersaures und sa
saures Ammoniak zu gleichen Theilen darin (über d
Weingeistlampe) schmilzt; es wird ihm Alkali entzog
und Kieselerde als weiſses Pulver abgeschieden (*J. r*
Inst. V. I. p. 385).

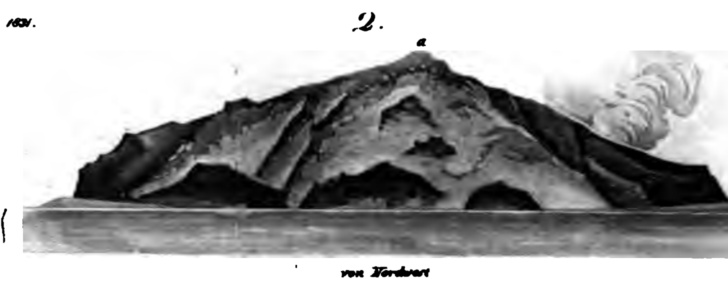


Ferdinandea

Taf.

26 Sept. 1831.

2.



von Nordwest

4.



von Nordost

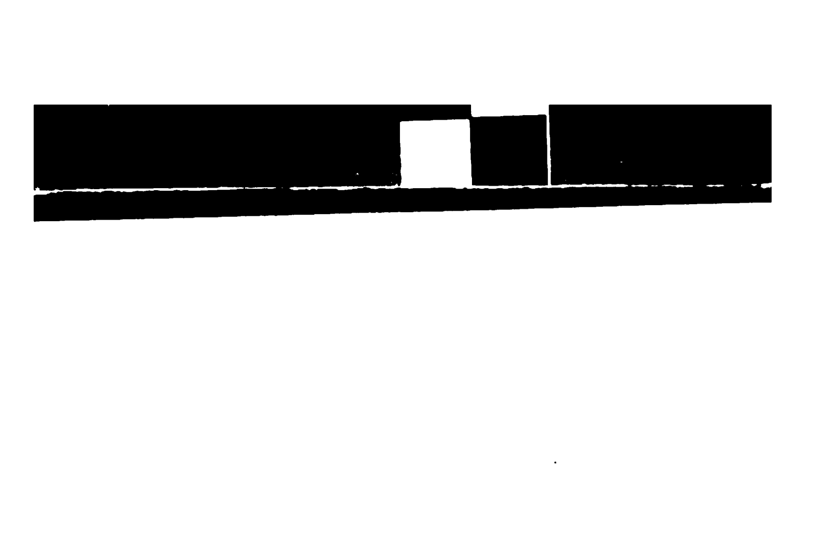


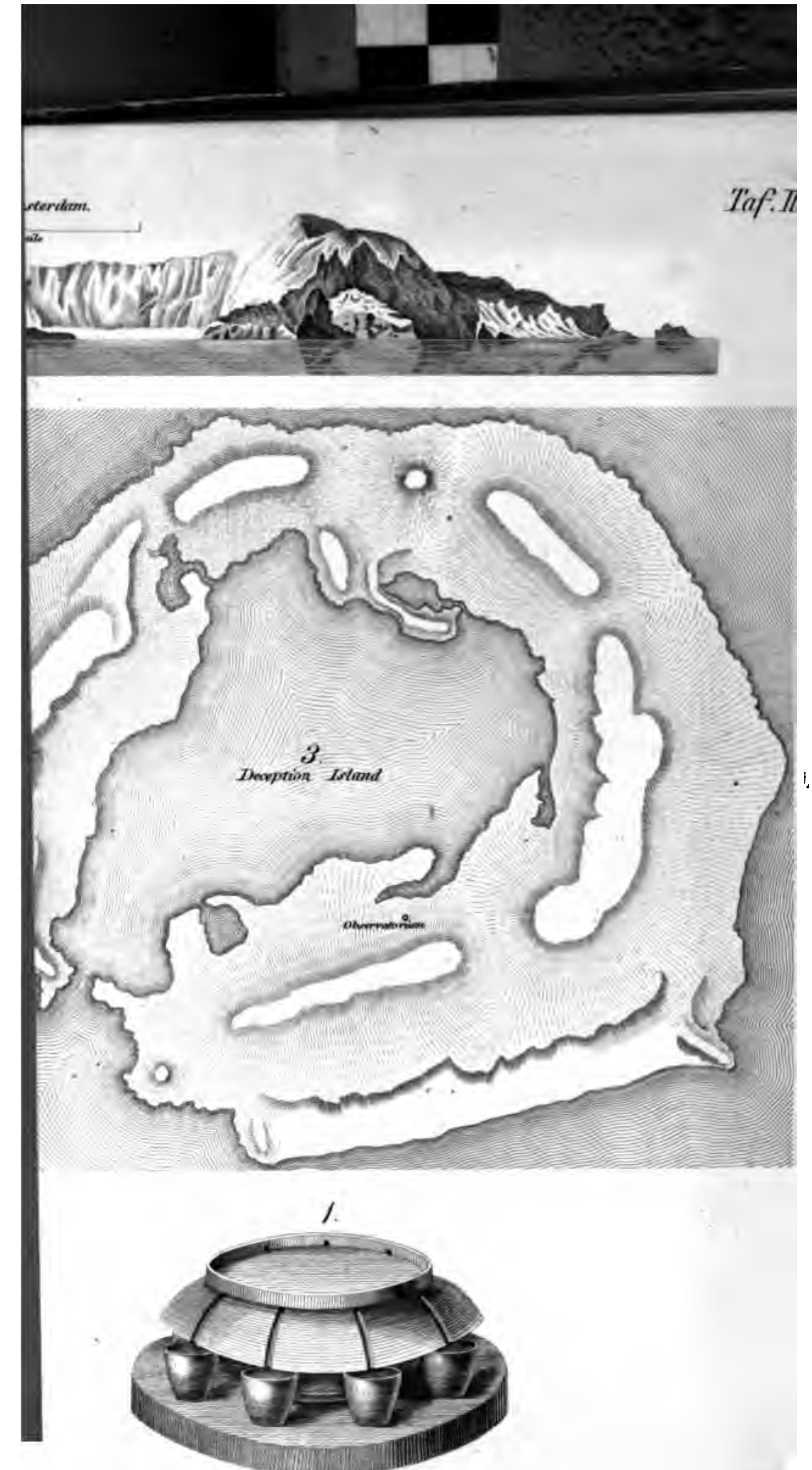
I. Ferdinandea

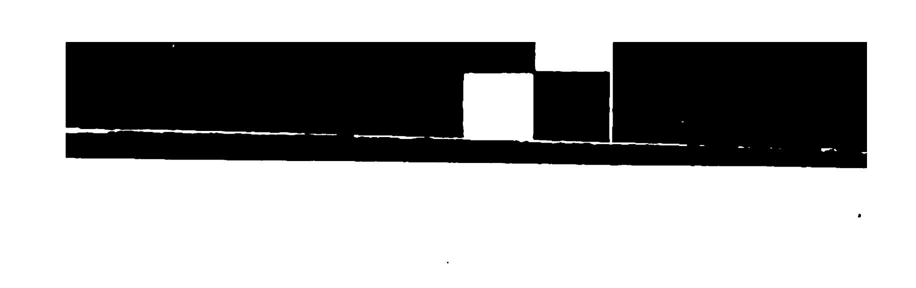
Banco Nerita

Ras Adar
od. Cap Bon

Pantellaria




sterdam.
Taf. II
3.
Deception Island
Observatorium
1.



ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

BAND XXIV. STÜCK 2.
DER GANZEN FOLGE HUNDERTSTEN BANDES ZWEITES STÜCK

1832. №. 2.

OHNE KUPFERTAFEL.

LEIPZIG.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.



Inhalt.



Berichtigung.

Im Aufsatz des Prof. Liebig, S. 275 Z. 4, mufs es heifsen 2 Atomen statt 1 At. Wasser.

Von diesen der Physik und Chemie gewidmeten Annalen, welche mit den von Gren und Gilbert herausgegebenen Zeitschriften eine seit 1790 bestehende ununterbrochene Reihenfolge bilden, erscheinen im Laufe des Jahres zwölf Hefte von der Einrichtung des gegenwärtigen, durchschnittlich zehn Druckbogen stark.

Der Preis für den ganzen Jahrgang von zwölf Heften oder drei Bänden ist auf 9 Rthlr. 8 gGr. festgesetzt.

Beiträge für die Annalen bittet man entweder an die Verlagshandlung (Joh. Ambros. Barth) in Leipzig oder an den Herausgeber in Berlin zu addressiren.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1832, ZWEITES STÜCK.

I. *Zur Bestimmung der magnetischen Inclination eines Ortes;*
von Peter Riefs.

Von den mancherlei Methoden, die zur Bestimmung der magnetischen Inclination vorgeschlagen worden, hat die der directen Beobachtung derselben in dem vorher durch das Spiel der Nadel bestimmten Meridian die meiste Anwendung gefunden, ihrer Einfachheit sowohl, als der Genauigkeit wegen, die man bei gehöriger Vorsicht dem Resultate geben kann. Diese Genauigkeit wird aber nur dann eine absolute seyn, wenn das angewandte Instrument gänzlich frei von constanten Fehlern ist; ist diefs nicht der Fall, so werden die gewonnenen Resultate mit Fehlern behaftet bleiben, die nicht, wie sonst bei messenden Instrumenten, durch einmalige Untersuchung des Instruments und Vergleichung desselben mit einem vollkommenen beseitigt werden können. Es läfst sich sehr wohl denken, dafs zwei Inclinatorien für eine Reihe Oerter übereinstimmende Resultate liefern, ohne dafs diefs für alle übrigen der Fall zu seyn braucht. Somit wird eine jedesmalige Untersuchung der constanten Fehler nothwendig, die, nach Hansteen, durch Anwendung von Nadeln mit beweglicher Axe und verschiedenen Gewich-



ten geleistet werden kann, wodurch eine Minderung der Fehler, die durch die unregelmäſsige Gestalt der Axe und den Magnetismus einzelner Punkte des Verticalkreises entstehen, möglich wird. Hierdurch aber wird der genannten Methode der groſse Vorzug der Einfachheit geschmälert, und es kann die Frage entstehen, ob man nicht mit gleicher Bequemlichkeit andere Methoden anwenden könne, deren eine besonders zu nahe liegt, als daſs man sie nicht schon früher in Anregung gebracht haben sollte. Wir suchen das Maximum einer Erscheinung, die sich mit dem Azimuth nach einem bekannten Gesetze ändert, und es läſst sich daher dieſs Maximum sehr wohl berechnen, wenn die Constanten der Function bestimmt sind; gerade wie man im Stande ist, die Culminationshöhe eines Sterns aus den zu gewählten Azimuthaldifferenzen beobachteten Höhendifferenzen mit gewünschter Genauigkeit zu finden. Dieſs, in Bezug auf Inclination, beabsichtigt ein Vorschlag des Hrn. Hofrath Gauſs, der in Folgendem besteht.

Es bezeichne I die Inclination im Meridian einer Nadel, deren Schwere aufgehoben ist, so wird, wenn i_x die Inclination derselben in irgend einem Azimuth x ist:

$$\cot g\, i_x = \cot I \cos x,$$

und, wenn die Inclination in einem um m^0 verschiedenen Azimuth beobachtet wird:

$$\cot i_{x+m} = \cot I \cos (x+m).$$

Schon mit Hülfe dieser beiden Gleichungen kann man einen angenäherten Werth von I erhalten, und wenn man sich durch Beobachtungen in den Azimuthen $x+2m$, $x+3m$ etc. eine gröſsere Menge von Gleichungen verschafft, dem wahren Werth von I immer näher kommen. Gauſs wählt für m einen aliquoten Theil von 180°, und beobachtet im ganzen Kreise herum, wodurch sowohl die später gebrauchte Methode der kl. Quad. eine groſse Vereinfachung erleidet, als auch eine Correction für die in Rech-

nung zu bringenden Inclinationen gewonnen wird. Jedem Werthe von i_x entspricht nämlich ein beinah gleicher i_{x+180}, und der Mittelwerth aus beiden ist von dem Indexfehler des Verticalkreises unabhängig und möglichst befreit von dem Einfluſs der Unregelmäſsigkeit der Gestalt der Axe und des Magnetismus eines Punktes des Kreises.

Der von den zuletztgenannten Ursachen herrührende Fehler einzelner Beobachtungen wird einen nur geringen Einfluſs auf das Endresultat haben, wenn die Anzahl der Beobachtungen bedeutend ist, da diese in verschiedenen Theilen des Kreises und unter verschiedenen stützenden Punkten der Axe gemacht sind. Hierin scheint mir der gröſste Vorzug der Methode zu liegen, neben welchem der andere, daſs die Aufsuchung der Meridiansebene erspart wird, kaum zu erwähnen ist. Es folgt hier eine strenge Durchführung dieser Methode, nach welcher der Praxis zu entscheiden bleibt, ob dieselbe eine hinlängliche Genauigkeit gewährt, ohne die Geduld des Beobachters zu sehr in Anspruch zu nehmen.

Um aus den Anzeigen einer Inclinationsnadel, deren Schwerpunkt nicht in der Drehungsaxe liegt, die wahre Inclination zu finden, bedarf man bekanntlich die Inclinationen derselben in der Meridiansebene vor und nach dem Umstreichen und jedesmaligen Umlegen. Wir nehmen daher zuvörderst an, daſs wir unter diesen verschiedenen Verhältnissen der Nadel vier gesonderte Reihen Inclinationen, von *m* zu *m* Graden, durch den ganzen Azimuthalkreis fortschreitend, beobachtet haben, die einzeln der Rechnung unterworfen werden sollen.

Das Gesetz, dem eine schwere Inclinationsnadel bei Aenderung des Azimuths folgt, ist leicht abzuleiten. Man denke sich die Resultante der magnetischen Kräfte der Erde in der Meridiansebene nach der verticalen und horizontalen zerlegt, und nenne, nachdem jede Componente mit dem Product der Summe des Magnetismus der Nadel in die Entfernung des magnetischen Centrums von

... Kraft C aber nur theilwe
ponente $C \cos x$. Befindet sich
Inclination i_x im Gleichgewich
Drehungsmomente die von den
rühren gleich Null seyn. Nimm
g falle unterhalb der Nadel, u
$=\alpha$, so hat man die beiden
zu senken streben, $P \cos(i_x +$
ment, das sie zu heben strebt
Bedingungsgleichung:

$$P \cos(i_x + \alpha) + D \cos i_x \,.$$

oben zu ziehen sucht, so bleibt es wie früher $P\cos(i_x + \alpha)$. Löst man die obige Gleichung nach i_x auf, so kommt:

$$\cot i_x = \frac{C}{D + P\cos\alpha}\cos x + \frac{P\sin\alpha}{D + P\cos\alpha},$$

oder:

$$\cot i_x = A\cos x + B.$$

In diese Form läfst sich $\cot i_x$ für alle Werthe von x bringen, sofern man nur i_x das gehörige Zeichen giebt. Läfst man nämlich x von 0 an wachsen, so wird $\cot i_x$ so lange positiv bleiben, bis x den Werth:

$$arc\left(\cos = -\frac{P\sin\alpha}{C}\right)$$

erreicht hat; bei diesem Werthe steht die Nadel vertical, und erhebt sich bei wachsendem Azimuth mit der früher unten stehenden Kante zuerst, so dafs sie nun über einen andern Quadranten des Kreises spielt; zugleich wird $\cot i_x$ negativ. Wir haben daher die Inclinationen in einem bestimmten Quadranten des Kreises als positiv zu bezeichnen, und dieselben negativ zu nehmen, wenn die Nadel in einem andern Quadranten spielt. Bei dem zweiten Werth von $x = arc\left(\cos = -\frac{P\sin\alpha}{C}\right)$ tritt die Nadel wieder in den ersten Quadranten zurück. Für Inclinationen in zwei diametral gegenüberliegenden Azimuthen erhält man:

$$\cot i_x = A\cos x + B$$
$$\cot i_{x+180} = -(A\cos x - B).$$

Die oben gemachten Voraussetzungen gelten auch für die zweite Reihe der Beobachtungen, bei deren Anfang die Nadel umgelegt worden, nur wird man, da jetzt der $\angle acg$ nach oben zu liegen kommt, denselben negativ nehmen müssen. Es gilt daher für die zweite Reihe das Gesetz:

$$\cot i'_x = \frac{C}{D + P\cos\alpha}\cos x - \frac{P\sin\alpha}{D + P\cos\alpha}$$

und für Inclinationen in zwei diametralen Azimuthen:

$$\cot i'_x = A\cos x - B$$
$$\cot i'_{x+180} = -(A\cos x + B).$$

Vergleichen wir diese Ausdrücke mit den für dieselben Azimuthe gefundenen der ersten Reihe, so ergiebt sich:

$$\left.\begin{aligned} i_x &= -i'_{x+180} \\ i'_x &= -i_{x+180} \end{aligned}\right\} (a)$$

Diese Gleichheiten finden bei den gemachten Beobachtungen nicht genau statt, theils weil letztere mit zufälligen, besonders aber, weil sie mit constanten Fehlern behaftet sind, welche niemals für die zwei diametralen Beobachtungen dieselben seyn können. Liegt der Nullstrich des Verticalkreises nicht horizontal, so wird die eine Inclination zu klein, die diametrale (ohne Rücksicht auf das Zeichen) um eben so viel zu grofs gefunden werden, wirkt ein gewisser magnetischer Punkt des Kreises auf $i_{(x)}$, so wird er nicht auf i'_{x+180} wirken, und eben so kann ein fehlerhafter Punkt der Axe nur eine Beobachtung afficiren. Dieser Umstand erlaubt uns, den Mittelwerth von i_x und $-i'_{x+180}$ als das annähernd wahre i_x zu betrachten. Ist daher n die Anzahl der Beobachtungen einer jeden Reihe, wo $\frac{n}{2} = \frac{180}{m}$ eine ganze Zahl, so behält man $\frac{n}{2}$ Beobachtungen der ersten Reihe bei, und combinirt diese mit den $\frac{n}{2}$ Beobachtungen der zweiten Reihe, welche jenen diametral gegenüberliegen. Bezeichnen wir die so corrigirten Beobachtungen der ersten Reihe mit $i_0\ i_1\ i_2\ \ldots\ldots\ i_{\frac{n}{2}-1}$, bei denen die Alhidade des Azimuthalkreises respective auf

$$0 \quad m \quad 2m \quad \left(\frac{n}{2}-1\right)m$$

steht, so läfst sich die Inclination der Nadel in der Meridiansebene folgendermafsen ableiten. Es sey das magnetische Azimuth des Verticalkreises $= x$, wenn die Alhi-

dade auf 0 steht, so hat man $\frac{n}{2}$ Gleichungen von der Form $\cot i_x = A\cos x + B$,

nämlich $\cot i_r = A\cos(x+rm)+z$ . . . . (1)

r von 0 bis $\frac{n}{2}-1$ genommen, oder wenn man den Cosinus entwickelt und

$$\left.\begin{array}{l} A\cos x = y \\ A\sin x = v \end{array}\right\} (2)$$

setzt,

$$\cot i_r = \cos rm \,.\, y - \sin rm \,.\, v + z \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

r von 0 bis $\frac{n}{2}-1$ genommen. Um die wahrscheinlichsten Werthe von y, v, z zu finden, bildet man die Fundamentalgleichungen:

$$-S\cot i_r \cos rm + yS\cos^2 rm - vS\cos rm \sin rm + zS\cos rm = P$$

$$S\cot i_r \sin rm - yS\cos rm \sin rm + vS\sin^2 rm - zS\sin rm = Q$$

$$-S\cot i_r + yS\cos rm - vS\sin rm + z\frac{n}{2} = R$$

die Summen von $r=0$ bis $\frac{n}{2}-1$. Drückt man $\cos^2$, $\sin^2$ $\cos \,.\, \sin$ als Functionen des doppelten Bogens aus, und bedenkt, daſs man der Voraussetzung zufolge $\frac{nm}{2}=\pi$ hat, so kommt:

$$S\cos^2 rm = \frac{n}{4} \quad S\sin^2 rm = \frac{n}{4} \quad S\sin rm \cos rm = 0,$$

ferner: $S\cos rm = 1 \quad S\sin rm = \cot\frac{m}{2}$ *).

---

*) Nach den Summationsformeln:

$$\overset{n}{\underset{0}{S}} \cos mx = \frac{\sin\frac{m}{2} + \sin(n+\frac{1}{2})m}{2\sin\frac{m}{2}}$$

Es werden daher die Fundmentalgleichungen

$$-S\cot i_1\cos rm+\frac{n}{4}y+z=P$$

$$S\cot i_1\sin rm+\frac{n}{4}v-\cot\frac{m}{2}z=Q$$

$$-S\cot i_1 \quad +y-\cot\frac{m}{2}v+\frac{n}{2}z=R.$$

Setzt man:

$$S\cot i_1\cos rm=\alpha$$
$$S\cot i_1\sin rm=\beta$$
$$S\cot i_1 \quad =\gamma$$
$$\cot\frac{m}{2} \quad =d$$

so ergiebt die Elimination:

$$y=\frac{\left(\frac{n^2}{8}-d^2\right)\alpha+d\beta-\frac{n}{4}\gamma}{N}+\frac{\frac{n^2}{8}-d^2}{N}P+BQ+CR$$

$$v=\frac{d\left(\frac{n}{4}\gamma-\alpha\right)-\left(\frac{n^2}{8}-1\right)\beta}{N}+A'P+\frac{\frac{n^2}{8}-1}{N}Q+CR$$

$$z=\frac{\frac{n}{4}\gamma-\alpha-d\beta}{\frac{4}{n}N}+A''P+B''Q+\frac{1}{\left(\frac{4}{n}\right)^2N}R$$

$$N=\frac{n}{4}\left(\frac{n^2}{8}-d^2-1\right),$$

wo die ersten Glieder die wahrscheinlichsten Werthe von y, v und z, und die ausgeschriebenen Coëfficienten die umgekehrten Werthe der Gewichte dieser Bestimmungen sind *). Denkt man sich die gefundenen Werthe von

---

$$S_0^n\sin mx=\frac{\cos\frac{m}{2}-\cos(n+\frac{1}{2})m}{2\sin\frac{m}{2}}$$

Lacroix, *Traité d. Calc. diff. III*, p. 163.

*) Gauſs, *theor. Comb.* p. 29.

y, v, z in (3) eingesetzt, so läſst sich leicht $\cot I$, die Inclination der Nadel im Meridian finden. Diese ergiebt sich nämlich nach (1), wenn man $rm+x=0$, daher $rm=-x$ setzt. Da nun nach (2) $tg(-x)=tg\,rm = -\frac{v}{y}$, so wird, wenn man $\sin rm$ und $\cos rm$ in diesem Werthe ausdrückt, die Gleichung (3):

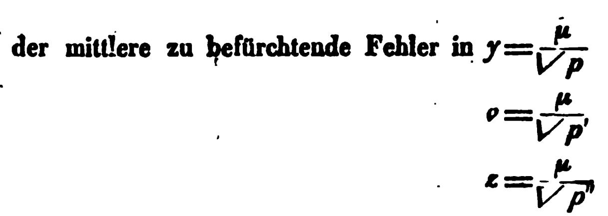
$$\cot I = z \pm \sqrt{y^2+v^2}.$$

Die beiden Werthe von I entsprechen der Annahme $\cos(rm+x)=\pm 1$, das heiſst, den Inclinationen der Nadel in den Azimuthen 0 und 180. Da wir aber nach (a) haben $i_{180}=-i_0$, so erhalten wir, wenn der zweite Werth von I negativ genommen wird, die Inclination der Nadel im Meridian, nachdem die Nadel umgelegt worden. Zur Berechnung dieser beiden Werthe wurde die erste Hälfte der Beobachtungen der ersten, und die zweite der zweiten Reihe angewandt; man wird daher, nachdem man in der ersten Reihe $\frac{n}{2}$ Beobachtungen gemacht hat, d. h. zu dem Azimuth $\left(\frac{n}{2}-1\right)m$ gelangt ist, die Nadel umlegen und die Reihe vollenden. Eben so ist nach dem Umstreichen zu verfahren, so daſs im Ganzen $2n$ Beobachtungen anzustellen sind.

Um die zu befürchtenden Fehler in der Bestimmung von y, v, z zu berechnen, bedient man sich der Gewichte dieser Gröſsen nach der von Gauſs (l. c.) angegebenen Methode. Bezeichnet ε_n den Fehler der Bestimmung von $\cot i_n$, so ist:

$$\sqrt{\frac{S\varepsilon^2_n}{\frac{n}{2}-3}}=\mu$$

der mittlere Fehler einer Bestimmung, und daher, wenn $\frac{1}{A}=p$, $\frac{1}{B}=p'$ $\frac{1}{C}=p''$,



der mittlere zu befürchtende Fehler in $y=\frac{\mu}{\sqrt{p}}$

$$v=\frac{\mu}{\sqrt{p'}}$$

$$z=\frac{\mu}{\sqrt{p''}}$$

Wollte man die Stellung der Alhidade kennen, bei welcher der Verticalkreis im Meridian steht, so würde sich diefs durch die Gleichungen (2) leisten lassen, wo x das magnetische Azimuth des Kreises bei der ersten Beobachtung bezeichnet.

Die hier angedeutete Rechnung ist nichts weniger als langwierig, da sie, wenn man sich für ein m entschieden hat, nichts verlangt, als die Bildung der Summen α, β, γ für die beiden Beobachtungsreihen und eine leichte Combination derselben mit ein für allemal berechneten Gröfsen. Folgende sind die Logarithmen dieser Constanten für $m=30°$ und $m=20°$:

	$m=30.$	$m=20.$
$lg\left(\frac{n^2}{8}-d^2\right)$	0,6097864	0,9209874
$lg\,d$	0,5719475	0,7536812
$lg\left(\frac{n^2}{8}-1\right)$	1,2304489	1,5965971
$lg\,N$	0,9645142	1,5187055
$lg\,\frac{4}{n}N$	0,4873929	0,8654930

Zur Berechnung der Fehler hat man:

$lg\sqrt{p}$	0,1773639	0,2988590
$lg\sqrt{p'}$	9,8670326	9,9610542
$lg\sqrt{p''}$	0,0051356	0,1061402

Die Abkürzungen, die man bei Bildung der Summen α und β anbringen kann, ergeben sich von selbst.

Ich führe Beispielshalber obige Rechnung mit den Beobachtungen aus, die Hr. Prof. Dove und ich am 18. Dec. 1831 in dem Garten des Hrn. Stadtrath Mendelsohn-Bartholdy angestellt haben.

		Umgelegt.			
Az.	Inclin.	Az.	Inclin.		
45	+82° 15′	225	—81° 59′	i_0	82° 7′
75	73 13	255	72 49,5	i_1	73 1 12″
105	68 53	285	68 30	i_2	68 41 30
135	69 58	315	69 37	i_3	69 47 30
165	76 17,5	345	75 57	i_4	76 7 12
195	86 43	15	86 14,5	i_5	86 28 42

Es ist hier $m=30$, daher:

$$\alpha = \cot i_0 + \cos 30(\cot i_1 - \cot i_5) + \tfrac{1}{2}(\cot i_2 - \cot i_4)$$
$$\beta = \cot i_3 + \tfrac{1}{2}(\cot i_1 + \cot i_5) + \sin 60(\cot i_2 + \cot i_4)$$
$$\alpha = 0{,}4210812,\ \beta = 1{,}1033321,\ \gamma = 1{,}5106055.$$

Hieraus ergiebt sich:

$$lg\, y = 9{,}1495733$$
$$lg\, v = -9{,}5688981$$
$$z = -0{,}0022641$$

und nach der Formel $\cot I = \sqrt{y^2 + v^2} \pm z$ die gesuchten Inclinationen:

$$I = 68°\ 28'\ 52'',8$$
$$I' = 68\ \ 15\ \ 26\ ,0.$$

Um die Genauigkeit dieser Bestimmungen zu prüfen, berechnen wir die Summe der Quadrate der Fehler

$$S\varepsilon^2{}_n = 0{,}0000024368,$$

hieraus der mittlere zu befürchtende Fehler einer Beobachtung $\mu = \sqrt{\frac{S\varepsilon^2{}_n}{3}} = 0{,}0009010$, und der mittlere Fehler:

für $y = 0{,}0005989$
$v = 0{,}0012237$
$z = 0{,}0008904.$

Die gefundenen Inclinationen würden demnach einen möglichen Fehler von ungefähr 7′ und 2′ haben.

Nach dem Umstreichen ergab sich:

		Umgelegt.			
Az.	Incl.	Az.	Incl.		
45	+82° 15′,5	225	−81° 37′	i_0	81° 56′ 12″
75	73 11	255	72 40	i_1	72 55 30
105	68 47	285	68 31	i_2	68 39
135	69 52,5	315	69 28	i_3	69 40 12
165	76 3	345	75 48,5	i_4	75 55 42
195	86 28,5	15	86 13,5	i_5	86 21

Hieraus $\alpha = 0{,}4225505$, $\beta = 1{,}1115788$, $\gamma = 1{,}5246746$
$lg\, y = 9{,}1477500$, $lg\, v = -9{,}5673898$, $z = 0{,}000979$
die gesuchten Inclinationen:

$$I = 68^\circ\ 29'\ 15'',3$$
$$I' = 68\ \ 23\ \ 26$$

$\mu = 0{,}0002372$, daher der mittlere zu befürchtende Fehler

für $y = 0{,}0001577$
$v = 0{,}0003222$
$z = 0{,}0002345.$

Die beiden Inclinationen haben einen möglichen Fehler von ungefähr 42″ und 2′. Die wahre Inclination, als Mittelwerth aus den vier berechneten, ist 68° 24′ 15″, mit einem möglichen Fehler von 3′, der allerdings noch bedeutend genug ist. Die Witterung erlaubte nicht, durch wiederholte Beobachtung zu untersuchen, ob diese Unsicherheit eine Folge der zufälligen oder der constanten Fehler ist, in welchem letzteren Falle man gezwungen seyn würde, den Einfluſs dieser Fehler auf das Endresultat dadurch zu vermindern, daſs man durch ein gröſseres n die Gewichte von y, v und z vermehrt.

II. *Ueber die Vertheilung des atmosphärischen Druckes in der jährlichen Periode und barometrisches Nivelliren der Ebenen;*
von H. W. Dove.

Die Veränderungen des atmosphärischen Druckes in der jährlichen Periode scheinen in den verschiedenen Zonen verschiedenen Regeln unterworfen zu seyn.

1) In der *heifsen* Zone sinkt das Barometer von den kälteren Monaten nach den wärmeren hin, und steigt mit abnehmender Wärme (d. Ann. Bd. XIII S. 589); der Unterschied des höchsten und niedrigsten barometrischen monatlichen Mittels ist an den Wendekreisen gröfser als am Aequator, wie Hr. v. Buch gezeigt hat (dies. Ann. Bd. XV S. 357). Er nimmt *ab* mit der Höhe (ebendas.).

2) In der *gemäfsigten* Zone steht das Barometer in den Frühlingsmonaten tiefer als im Sommer. Der Unterschied des höchsten und niedrigsten Mittels nimmt *zu* mit der Höhe.

3) In der *kalten* Zone findet gerade das Umgekehrte statt. Der höchste Barometerstand findet sich im Frühling, der tiefste in den entschiedenen Sommermonaten.

Einige Beispiele werden diefs erläutern, zuerst in den unteren Regionen der Atmosphäre.

1) *Heifse Zone.* Achtjährige Beobachtungen, 1816 bis 1823, von Hardwicke bei Calcutta, auf 0° reducirt und mit den übrigen meteorologischen Elementen verglichen, geben:

$$b^{(x)} = 334''',498 + 3''',204 \sin(x + 97^\circ\ 8')$$
$$+ 0\ ,257 \sin(2x + 131^\circ\ 59')$$
$$+ 0\ ,383 \sin(3x + 101^\circ\ 34')$$

	Temp.	Barometer bei 0°.			Windesrichtung.		Compon.		Regen.	Nebel.
	Cent.	Beobachtet.	Berechnet.	Unterschied.	Ann.	In Gr.	Mon.	Red.	Tage.	Tage.
Januar	18°,45	338‴,93	338‴,243	+0‴,687	NW.	142°	12,5	4,1	1,13	11,88
Februar	21 ,45	336 ,40	336 ,922	−0 ,522	NW.	140	3,9	1,4	3,88	8,75
März	25 ,58	335 ,24	335 ,124	+0 ,116	NW.	136	3,4	1,1	7,13	8
April	28 ,49	334 ,17	333 ,986	+0 ,184	N.	181	6,8	2,3	7,75	3,13
Mai	28 ,71	332 ,83	332 ,992	−0 ,162	S.	354	11,0	3,5	10,88	0,63
Juni	29 ,27	331 ,63	331 ,713	−0 ,083	OSO.	288	12,3	4,1	18,88	0,37
Juli	28 ,12	331 ,38	331 ,135	+0 ,245	OSO,	299	14,2	4,6	26,75	—
August	28 ,27	331 ,82	331 ,968	−0 ,148	OSO.	288	13,8	4,5	23,75	0,13
Septemb.	28 ,01	333 ,29	333 ,383	−0 ,094	O.	272	11,5	3,8	21,13	1,13
October	26 ,89	334 ,80	334 ,628	+0 ,172	NNW.	147	8,4	2,7	7,13	8,25
Novemb.	23 ,03	336 ,18	336 ,110	+0 ,071	NW.	144	19,5	6,5	2	11,13
Decemb.	15 ,83	337 ,30	337 ,770	−0 ,470	NW.	137	20,9	6,7	0,63	13,29

Während bei den südlichen Moussons die Temperatur fast unverändert bleibt, und nur bei den nördlichen entschieden im Sinne der Sonnenhöhe sich ändert, zeigt die unbedeutende Gröfse des zweiten und dritten veränderlichen Gliedes, die auffallende Regelmäfsigkeit der barometrischen Veränderung, mit welcher das Verhältnifs der Niederschläge parallel geht. Die auf zehn Tage reducirte Componente giebt ein deutliches Bild der wachsenden und abnehmenden Intensität beider Moussons.

2) *Gemäfsigte Zone.* Aus ihr findet man zahlreiche Beispiele in Schön's Witterungskunde. Die tiefen Stände im Herbst scheinen jedoch in höheren Breiten eine neue Vergleichung nothwendig zu machen.

3) *Kalte Zone.* Für diese liefern die Beobachtungen von Parry und Scoresby Beispiele, die ich hier mit gleichzeitigen Beobachtungen in Prag zusammenstelle. Die Orte sind:

1819. Polarzirkel 57° W. L. bis 75° N. B., 106° W. L.
1820. Melville-Insel — 1821. 62° N. Br. bis Ducket Cove.
1822. Winterinsel bis Nordostcap — 1823. Igloolik bis Winterinsel.
1824. 69° N. Br. 53° W. L. bis 74° N. Br., 65° W. L. 1825. Port-Bowen.
1812 bis 1818 excl. 1817. 58° bis 80° N. Br., 15° O. L. bis 10° W. L.

Kalte Zone.

319.	1820.	1821.	1822.	1823.	1824.	18
—	335''',56	—	334''',27	338''',11	—	338
—	337 ,54	—	334 ,82	337 ,44	—	338
—	339 ,01	—	335 ,90	336 ,82	—	338
—	335 ,79	—	334 ,60	337 ,01	—	336
1''',26	334 ,05	335''',52	332 ,56	332 ,56	335''',43	335
3 ,68	334 ,70	334 ,42	332 ,16	335 ,01	333 ,81	334
	336''',37		334''',74	335''',52		336

Prag (auf 0° reducirt).

1819.	1820.	1821.	1822.	1823.	1824.
328''',35	328''',00	327''',77	327''',49	328''',05	328''',25

Bei den Beobachtungen von 1824 und 1825 ist ausdrücklich erwähnt, dafs sie corrigirt sind. Eine Vernachlässigung der Correction bei den übrigen Beobachtungen kann hier nicht von Bedeutung seyn, da die Temperatur der Schiffe so höchst constant war. Sie würde aufserdem die Differenz zwischen Sommer und Frühling verkleinern; es läfst sich also an ihrem Vorhandenseyn nicht zweifeln. Die jährlichen Mittel sind vom September bis Juli gerechnet.

Vergleicht man die Mittel aus allen gleichzeitigen Beobachtungen, so erhält man:

	Kalte Zone.	Prag.	11jähr. M.
März	336''',73	328''',777	328''',92
April	337 ,09	329 ,282	328 ,97
Mai	337 ,52	329 ,312	329 ,75
Juni	335 ,98	329 ,447	329 ,41
Juli	334 ,30	329 ,250	329 ,45
August	334 ,01	329 ,678	329 ,61
Frühling	337''',113	329''',123	329''',213
Sommer	334 ,763	329 ,458	329 ,51
Untersch.	+2''',350	—0''',335	—0''',297.

Abnahme nach der Höhe. Für die kalte Zone fehlt es an Beobachtungen, ich vergleiche daher für die heifse und gemäfsigte.

0° reducirt.)			(Auf 10° R. reducirt.)			
res.	Khatmandu.	Untersch.	Genf.	Gotthard.	Unterschied.	Gotth
',87	284''',61	50''',26	322''',237	247''',87	74''',567	248
,76	283 ,73	50 ,03	322 ,637	248 ,11	74 ,527	248
,00	—	—	322 ,695	249 ,10	73 ,595	248
,29	—	—	321 ,673	249 ,08	72 ,593	248
,26	284 ,84	45 ,42	322 ,182	250 ,21	71 ,972	249
,54	282 ,45	46 ,09	323 ,047	250 ,99	72 ,057	250
,33	281 ,69	46 ,64	322 ,836	251 ,66	71 ,176	251

Der Höhenunterschied der ersten beiden Orte ist der bedeutendste, welcher gewählt werden konnte, und obgleich beide von der Gränze der heifsen Zone liegen, so können sie doch als Repräsentanten derselben gewählt werden, da in Bangalore und Seringapatam die Verhältnisse analog sind. Die Mittel für Genf und den St. Bernhard sind von 1828 bis 1830, die 10jährigen des letzteren von 1818 bis 1827. Der Grund, warum in der heifsen Zone die Unterschiede abnehmen, in der gemäfsigten hingegen zunehmen, leuchtet ein, wenn man beider Differenzreihen betrachtet.

Woher entstehen aber in den tieferen Regionen der Atmosphäre jene Unterschiede der einzelnen Zonen?

Dafs mit steigender Wärme der barometrische Druck am Boden des Luftmeeres abnehme, scheint aus den eben betrachteten Aenderungen der Vertheilung des Druckes in den einzelnen Schichten desselben nothwendig. Es käme daher darauf an, da, wo diefs nicht stattfindet, Gründe aufzusuchen, warum es nicht geschieht. Die sich zunächst darbietenden sind die herrschende Windesrichtung und die Veränderungen der Elasticität des Wasserdampfes.

1) Die Windesrichtung.

Ihr Einflufs ist in Beziehung auf die Wirkung der Wärme:

fördernd in der *heifsen* Zone,
hemmend in der *gemäfsigten*,
unmerklich in der *kalten*.

Heifse Zone. Die barometrische Windrose für Calcutta, welche ich in diesen Annalen, Bd. XIII S. 588, mitgetheilt habe, zeigt, dafs die in den Wintermonaten wehenden Winde erhebende sind, die in den Sommermonaten herrschenden deprimirende.

Gemäfsigte Zone. Hier sind erhebende Winde in den wärmeren Monaten die vorherrschenden, deprimirende im Winter. Die Windesrichtung wirkt also hier der

Temperatur entgegen. Für Paris habe ich in diesen Annalen, Bd. XI S. 583, den Einfluſs bestimmt. Er ist, wenn + eine Vermehrung des Druckes, — eine Verminderung desselben bedeutet in Millimetern:

	Wind.		Temp. C.	Barom bei 0°.	Einfl. d. W.
Winter	48°	SW.	3°,80	756°,511	—0,324
Frühling	80	WSW.	10 ,61	754 ,790	+0,042
Sommer	88	W.	17 ,79	756 ,005	+0,148
Herbst	38	SSW.	11 ,52	755 ,240	—1,064
Jahr	64	WSW.	10 ,84	755 ,622	—0,307

Kalte Zone. Durch Berechnung der thermischen und barometrischen Windrosen für die oben angeführten Orte der Parry'schen Expeditionen finde ich:

1) Der Wind hat auf die Temperatur und das Barometer einen unerheblichen Einfluſs, da in der Nähe eines Kältepoles von einer thermischen Windrose eigentlich nicht die Rede seyn kann, weil alle Winde aus einer wärmeren Gegend wehen.
2) Seine Richtung ist innerhalb der jährlichen Periode sehr geringen Aenderungen unterworfen.
3) Während die mittlere Richtung in Port Bowen auf die Südostseite fällt, in Melville auf die Nordwestseite, stimmt doch der Gang der monatlichen barometrischen Mittel an beiden Orten überein.
4) Feuchte Niederschläge finden bei niedrigem Barometer statt.

Ich schlieſse hieraus, daſs die unten im ganzen Jahre fast nach derselben Seite hin beobachtete Richtung ohne merklichen Einfluſs auf die barometrischen Mittel ist.

2) Der Wasserdampf.

Die Aenderungen seiner Elasticität wirken in allen Zonen der Wärme entgegen, aber im verschiedenen Grade.
Heiſse Zone. Daſs dieſs da, wo Moussons wehen, statt-

finde, läfst sich aus Goldingham's Beobachtungen zu Madras schliefsen. Die Einrichtung des Hygrometers ist mir nicht bekannt.

	Barometer.	Thermom. C.	Hygrometer.
Januar	339‴,18	26°,14	6°,2
Februar	339 ,21	26 ,02	14 ,7
März	338 ,50	27 ,94	15 ,22
April	338 ,14	29 ,88	17 ,23
Mai	336 ,56	31 ,17	19 ,92
Juni	336 ,74	30 ,61	24 ,77
Juli	336 ,81	30 ,36	27 ,85
August	337 ,01	29 ,46	21 ,54
September	337 ,37	29 ,16	18 ,97
October	338 ,44	29 ,07	18 ,23
November	339 ,20	27 ,42	8 ,18
December	338 ,77	26 ,32	1 ,43

Das Zusammenfallen der Regenzeit mit dem höchsten Stande der Sonne spricht für eine analoge Vertheilung da, wo der Passat herrscht.

Gemäfsigte Zone. Dreijährige Beobachtungen, September 1819 bis August 1822, geben für London, wenn e die Elasticität des Wasserdampfes, p den Druck der trocknen Luft bezeichnet:

$$
\begin{aligned}
e^{(x)} = {} & 4''',1475 \\
& + 1,3656 \sin(x + 259^\circ\ 5') \\
& + 0,1914 \sin(2x + 36^\circ\ 56') \\
& + 0,1390 \sin(3x + 193^\circ\ 52') \\
p^{(x)} = {} & 332''',2808 \\
& + 1,5221 \sin(x + 40^\circ\ 29') \\
& + 0,5128 \sin(2x + 46^\circ\ 40') \\
& + 1,0071 \sin(3x + 29^\circ\ 53')
\end{aligned}
$$

	Wasserdampf.			Luft.			Barometer.
	Beobachtet.	Berechnet.	Unterschied.	Beobachtet.	Berechnet.	Unterschied.	Beobachtet.
Januar	2''',82	2''',888	—0 ,068	334''',09	334''',144	—0''',054	336''',91
Februar	2 ,89	2 ,912	—0 ,022	335 ,63	335 ,080	+0 ,550	338 ,52
März	3 ,38	3 ,361	+0 ,018	332 ,60	333 ,394	—0 ,794	335 ,98
April	3 ,84	3 ,909	—0 ,069	332 ,62	332 ,192	+0 ,428	336 ,46
Mai	4 ,19	4 ,371	—0 ,181	332 ,45	332 ,800	—0 ,450	336 ,64
Juni	5 ,05	4 ,970	+0 ,080	332 ,97	332 ,759	+0 ,211	338 ,02
Juli	5 ,56	5 ,637	—0 ,077	330 ,82	331 ,164	—0 ,344	336 ,38
August	5 ,78	5 ,763	+0 ,017	330 ,77	330 ,464	+0 ,308	336 ,55
Septemb.	5 ,28	5 ,084	+0 ,196	331 ,61	331 ,404	+0 ,206	336 ,89
October	4 ,15	4 ,156	—0 ,006	331 ,06	331 ,623	—0 ,563	335 ,26
Novemb.	3 ,55	3 ,544	+0 ,006	331 ,72	330 ,779	+0 ,941	335 ,27
Decemb.	3 ,28	3 ,176	+0 ,104	331 ,03	331 ,566	—0 ,536	334 ,31

Die Beobachtungen für den Druck der trocknen Luft habe ich nur deswegen berechnet, um den Contrast der Regelmäfsigkeit der Veränderungen der Dampfatmosphäre gegen die unregelmäfsigen Schwankungen der Luftatmosphäre schärfer hervortreten zu lassen. Ich füge dafür noch ein Beispiel bei; einjährige Beobachtungen zu Apenrade, da die mittlere Elasticität im jährlichen Mittel Morgens 8 Uhr eintritt, vom Winter zum Sommer hin aber immer später, so habe ich, um eine genügende Annäherung zu erhalten, aus den Beobachtungen von 7 und 9 Uhr Morgens und Abends das Mittel genommen. Diefs giebt (auf 0° reducirt):

	Dampf.	Luft.	Barometer.	5 Jahr.
Januar	2''',556	335 ,619	338 ,175	337 ,083
Februar	2 ,175	335 ,860	338 ,035	336 ,756
März	2 ,136	337 ,350	339 ,486	335 ,818
April	3 ,147	333 ,586	336 ,733	336 ,266
Mai	3 ,730	333 ,706	337 ,436	336 ,576
Juni	4 ,977	331 ,179	336 ,156	336 ,739
Juli	5 ,593	330 ,596	336 ,189	336 ,505
August	5 ,515	330 ,810	336 ,325	336 ,426
September	5 ,346	331 ,998	337 ,344	336 ,816
October	3 ,823	329 ,726	333 ,549	335 ,375
November	2 ,990	329 ,013	332 ,003	334 ,684
December	2 ,733	330 ,303	333 ,036	334 ,850

Hier sind durch die anomalen Barometerstände in den Herbstmonaten sogar die Mittel der Sommermonate nicht die tiefsten. Die 5jährigen Mittel sind Mittagsbeobachtungen.

Was die Elasticitätscurve betrifft, so mag diese in anderen Theilen der gemäfsigten Zone wohl merkliche Modificationen erleiden. Wenigstens sollte man diefs aus den schönen Untersuchungen schliefsen, welche Hr. Prof. Kaemtz im ersten Theile seiner trefflichen Meteorologie über die Vertheilung der Regen in dieser Zone bekannt gemacht hat. Um die Veränderungen kennen

zu lernen, welche an demselben Orte in verschiedenen Jahren sich zeigen, sind in der folgenden Tafel vierjährige Mittagsbeobachtungen zu Apenrade berechnet.

Wasserdampf.

	1824.	1825.	1826.	1827.	Mittel.
Januar	2''',73	2''',71	1''',82	2''',08	2''',335
Februar	2 ,37	2 ,44	2 ,43	1 ,70	2 ,235
Mär	2 ,43	2 ,38	2 ,79	2 ,69	2 ,573
April	2 ,37	3 ,57	3 ,24	3 ,80	3 ,495
Mai	4 ,10	4 ,14	4 ,12	4 ,76	4 ,280
Juni	5 ,70	4 ,89	5 ,16	5 ,99	5 ,435
Juli	6 ,22	5 ,76	6 ,55	6 ,00	6 ,133
August	6 ,46	6 ,07	6 ,04	5 ,30	5 ,968
September	6 ,07	5 ,58	5 ,31	5 ,14	5 ,525
October	4 ,31	4 ,48	4 ,45	4 ,11	4 ,338
November	3 ,24	3 ,01	2 ,98	2 ,38	2 ,902
December	2 ,83	2 ,76	2 ,70	2 ,87	2 ,790

Trockne Luft.

	1824.	1825.	1826.	1827.	Mittel.
Januar	333''',745	335''',475	337''',447	331 ,953	334 ,655
Februar	334 ,447	335 ,557	335 ,540	336 ,561	335 ,526
März	332 ,761	337 ,015	334 ,999	329 ,153	333 ,489
April	333 ,107	333 ,140	332 ,492	333 ,686	333 ,106
Mai	332 ,095	333 ,255	333 ,102	331 ,033	332 ,371
Juni	330 ,417	332 ,564	333 ,928	330 ,216	331 ,781
Juli	329 ,933	330 ,299	330 ,300	331 ,304	330 ,459
August	329 ,938	329 ,978	331 ,133	330 ,918	330 ,492
September	331 ,295	330 ,318	331 ,447	331 ,617	331 ,177
October	329 ,331	328 ,022	332 ,000	331 ,735	330 ,272
November	328 ,980	331 ,396	331 ,922	334 ,015	331 ,586
December	330 ,238	333 ,817	333 ,252	332 ,196	332 ,376

Außer dem zu tiefen Mittel im November ist auch die Veränderung der trocknen Luft mit steigender und fallender Wärme fast vollkommen regelmäßig geworden.

Kalte Zone, 69°—74° N. Br.				Apenrade.			
1824.	9. a. m.	3. p. m.	9. p. m.	1824.	9. a. m.	3. p. m.	9. p. m.
Juli 8—31.	2''',38	2''',41	2''',30	Juli	5''',900	6''',362	5''',214
August	2 ,08	2 ,12	2 ,07	Aug.	5 ,777	6 ,452	5 ,315
Sept. 1—15.	1 ,93	1 ,86	1 ,83	Sept.	5 ,709	6 ,272	5 ,226
16—30.	1 ,62	1 ,65					

Aus 9 Uhr Morgens und 3 Uhr Nachmittags die Mittel bestimmt, giebt:

	Kalte Zone.			Apenrade.		
	Dampf.	Luft.	Barom.	Dampf.	Luft.	Barom.
Juli	2''',395	333''',035	335''',43	6''',131	330''',037	336''',168
August	2 ,100	331 ,740	333 ,84	6 ,114	330 ,233	336 ,347
Sept.	1 ,765	332 ,505	334 ,27	5 ,990	331 ,312	337 ,302

Die rascher sinkende Temperatur bewirkt in der kalten Zone eine schnellere Abnahme der Elasticität des Dampfes nach den kälteren Monaten hin, als in der gemäſsigten. Welchen geringen Antheil am barometrischen Druck der Wasserdampf in den entschiedenen Wintermonaten habe, läſst sich selbst unter der Annahme absoluter Feuchtigkeit aus den monatlichen thermischen Mitteln schlieſsen. Sie sind in Cent. ohne Correction für die 2°, 3°, 4° F. betragende Erwärmung durch die Schiffe:

	Melville.	Winterins.	Igloolik.	P. Bowen.
September	— 5°,3	+ 1°,1	— 4°,2	— 3°,4
October	—19 ,7	—10 ,8	—10 ,7	—11 ,8
November	—29 ,2	—13 ,5	—28 ,5	—20 ,5
December	—29 ,9	—25	—33 ,2	—28 ,3
Januar	—34 ,4	—30 ,5	—27 ,2	—33 ,8
Februar	—35 ,6	—31 ,6	—29	—32 ,9
März	—27 ,8	—24 ,2	—28 ,7	—33 ,4
April	—22 ,4	—14 ,7	—18 ,7	—21 ,4
Mai	— 8 ,5	— 5	— 3 ,7	— 7 ,9
Juni	+ 2 ,4	+ 1 ,1	+ 0 ,1	+ 2 ,3
Juli	+ 5 ,7	+ 2 ,4	+ 4 ,4	+ 2 ,9
August	+ 0 ,4	— 0 ,5	+ 3	— 0 ,3

Dafs aber diese Annahme eine zu hohe Bestimmung der Elasticität des Dampfes geben würde, beweisen einige directe Beobachtungen. Es geschah am Hygrometer kein Niederschlag,

am 21. Dec. bei —30° F. durch Erkältung bis —46° F.
25. - - —25 ,5
3. Jan. - —30
24. - - —35 - - - —50° F.
im Februar - —39
- - —28,5

erst im April ward er bei +15° F. Luftwärme bei —4° F., und am 25. bei +6° Luftwärme bei —1°,5 bemerkt. Die Beobachtungen von 1825 geben im August zwischen 72° und 73° N. Br., und bis zum 18. September zwischen 70° und 74° N. Br.:

	Kalte Zone.		Apenrade.
	9. a. m.	3. p. m.	Mittag.
August	2''',35	2''',38	6''',07
September	2 ,39	2 ,39	5 ,58

Bei der Nordpolexpedition 1827 geben 13 Beobachtungen im Mai, und drei im Juni zwischen 72° und 80° N. Br.:

	Kalte Zone.		Apenrade.
	9. a. m.	3. p. m.	Mittag.
Mai	1''',41	1''',40	4''',76
Juni	2 ,44	2 ,46	5 ,99

also gröfseren Druck, wie von den convexen Scheiteln der Isothermen zu erwarten war.

Für die kalte Zone vermag also die mit der Wärme steigende Elasticität nicht das zu compensiren, was der Druck der Luft durch Temperaturerhöhung verliert.

In wiefern die bisher betrachteten Ergebnisse auf Orte, für welche keine fortlaufenden Beobachtungen vorhanden sind, auszudehnen sind, läfst sich wohl eben so wenig mit Sicherheit bestimmen, als die Frage beantwor-

ten, ob die angegegebenen Ursachen die erwähnten Erscheinungen vollkommen erklären. Das starke Zurückweichen der inneren Gränze des Nordostpassat im atlantischen Ocean scheint nicht ohne Veränderungen auf den Druck der Atmosphäre höherer Breiten seyn zu können, und die Umkehrung der Erscheinung in den höheren Gegenden der Atmosphäre würde, wenn sie nicht allein durch die unten gesteigerte Temperatur sich erklären liefse auf Abgleichungen in den oberen Gegenden der Atmosphäre schliefsen lassen, von denen wir uns unten nur indirecte Beweise verschaffen können.

Ich füge nur noch einige Bemerkungen in Beziehung auf Benutzung barometrischer Mittel zur Höhenbestimmung der Ebenen und Meere bei.

1) In der *heifsen* Zone kann man sich monatlicher Mittel nicht bedienen, denn unter der Voraussetzung gleichen jährlichen Druckes würde man wegen der nach den Wendekreisen zunehmenden periodischen Veränderung in der einen Hälfte des Jahres bei Entfernung vom Aequator innerhalb der Tropen eine Abnahme, in der andern eine Zunahme erhalten.

2) In der *gemäfsigten* Zone mufs, da die Atmosphäre nicht im Zustand des Gleichgewichts ist, das barometrische Mittel für den Einflufs der mittleren Windesrichtung corrigirt werden. Ich habe im Decemberheft 1827 dieser Annalen, S. 585, daher vorgeschlagen, statt des barometrischen Mittels die Summe der barometrischen Windmittel zu nehmen, da, *wenn die Intensität gleich gesetzt wird*, so lange kein Maafs für dieselbe vorhanden, der Zustand des Gleichgewichts verglichen werden kann dem Zustande der Atmosphäre, wenn *alle Winde gleich lange wehen*. Man erhält auf diese Weise:

	Bar. Mittel.	corrigirt.	Jahre.
Berlin	335''',14	335''',19	5
Hamburg	335 ,8	335 ,86	18
Middelburg	336 ,34	336 ,22	5
Paris	335 ,35	335 ,50	10

Welchen Einflufs der Wasserdampf hierbei haben könne, davon ebenfalls ein Beispiel. Mittagsbeobachtungen 1827 auf 0° reducirt:

Barometer.			Trockne Luft.		
Apenrade.	Prag.	Untersch.	Apenrade.	Prag.	Untersch.
336''',218	329''',18	7''',038	330''',918	324''',66	6''',258
337 ,757	330 ,82	6 ,937	332 ,617	326 ,53	6 ,087
335 ,845	329 ,06	6 ,785	331 ,735	325 ,49	6 ,245
336 ,425	329 ,58	6 ,845	334 ,045	327 ,47	6 ,575
335 ,066	330 ,39	4 ,671	332 ,196	328 ,08	4 ,116

3) *Kalte Zone.* Ein Schlufs von den barometrischen Mitteln der Sommermonate auf das Mittel des Jahres würde ein viel zu niedriges Resultat geben.

III. *Neue Beiträge zu Chladni's Verzeichnissen von Feuermeteoren und herabgefallenen Massen. Achte Lieferung;*
von K. E. A. v. Hoff.

(Die siebente Lieferung findet sich in den Ann. Bd. XVIII S. 171.)

I. Zu den Nachrichten von herabgefallenen Massen.

Vorerst erwähne ich hier — um die Reihe vollständig zu erhalten — der Sagen der *Hindus* von *Steinregen* und *beweglichen Bergen*, die von Hrn. K. Ritter angeführt worden sind in diesen *Annalen, Bd.* 18 (94) *S.* 621 folg., wo man das Nähere darüber findet.

Hiernächst werden von Hrn. J. Nöggerath zwei Steinfälle aus Petermann Elterlein's *Schweizerischer Chronica* und aus Paul Merula's *Kosmographie* nachgetragen, bei denen übrigens die Angaben von Zeit und Ort fehlen. S. Schweigger's *Jahrbuch für Chemie, Bd.* 14 (44) *S.* 358.

Als weitere Ergänzungen der Chladnischen Verzeichnisse und der neuen Beiträge sind folgende Fälle nachzutragen.

Jahr 893 n. C. G. oder 280 der Hedschra, fielen weiſse und schwarze Steine unter heftigem Blitz und Donner; wo? ist nicht angegeben — Abulfaradsch, S. 181.

1009. Von der am Caspischen Meere niedergefallenen Masse (Chladni, *über Feuermeteore, S.* 194) soll auch Albertus Magnus Erwähnung thun. — Nöggerath in Schweigger's *Jahrb., Bd.* 14 (44) *S.* 357.

1020 n. C. G., gleich 411 der Hedschra. Ein heftiges Ungewitter in *Afrika*, bei welchem Steine aus der Luft fielen. — Abulfeda, *Ann.* 3 *S.* 85.

1151 n. C. G., gleich 463 der Hedschra. Ein grofser Fall von Meteorsteinen, wo? ist nicht bemerkt. — Abulfaradsch, S. 348 *).

Zwischen 1540 und 1550. Der bei *Grimma* herabgefallenen Masse (Chladni, *Feuermeteore, S.* 212) soll Albertus Magnus gleichfalls erwähnen. — Nöggerath in Schweigger's *Jahrbuch, Bd.* 14 (44) *S.* 358.

1770 am 25. October (am 4. Schaban 1153 der Hedschra) ereignete sich bei dem Marktflecken *Hesargard* in *Rum-Ili* ein Steinfall unter den gewöhnlichen Umständen; nämlich aus einer bei ganz heiterem Himmel plötzlich entstandenen schwarzen Wolke, und unter den heftigsten, Kanonenschüssen ähnlichen Explosionen. Von mehreren herabgefallenen Steinen wurden zwei an den Grofssultan geschickt. Sie wogen, der eine 2 Okka $=4\frac{1}{2}$ Pfund, der andere 19 Okka $=42\frac{3}{4}$ Pfund. — Aus Szubhi's *Geschichte des Reichs, gedruckt zu Constantinopel* 1783, *nach* Hammer's *Uebersetzung. S. Morgenblatt* 1831, *No.* 96 *S.* 381.

1794. 16. Junius. Den bekannten Steinfall von *Siena* (Chladni, *Feuermeteore, S.* 261) suchte neuerlich Jemand wieder einem Ausbruche des Vesuv zuzuschreiben; s. *Edinburgh Journ. of Science, Vol.* 7 (1827) *S.* 15, *citirt Mistress* Stark's *directions etc.*, 5. *edit. p.* 265; dagegen sprechen doch aufserdem allen Meteorsteinen ähnlichen Gehalte dieser Steine noch viele Thatsachen. Dem Falle ging eine Feuerkugel voraus, die mit Krachen zerplatzte, und nach deren Verschwinden ein Dampfwölkchen zurückblieb. Das Meteor zog von O. nach W., und der Vesuv liegt in SSO. von Siena.

*) Die hier aus orientalischen Schriftstellern genommenen Nachrichten sind mir von Hrn. J. Heinr. Möller, Bibliotheks-Secretair und Aufseher über die orientalische Bibliothek und die Kunst- und Naturalién-Sammlung zu Gotha, mitgetheilt worden.

Der Ausbruch des Vesuv erfolgte am 14. und 15. Jun.; die Steine hätten daher Einen und einen halben bis zwei Tage gebraucht, um die funfzig Meilen vom Vesuv bis nach Siena zurückzulegen. Bei einem so langsamen Ziehen würden sie sich nicht in der Luft erhalten haben, sondern unterweges niedergefallen seyn. Eine Kanonenkugel, die aufserordentlich viel langsamer zieht als ein Meteor, würde denselben Weg in fünfundzwanzig Minuten zurückgelegt haben.

1802. Steinfall zu *Allahabad* in *Hindostan*. (S. unten bei dem J. 1827, Febr. 27.)

1808. Steinfall zu *Mooradabad* in *Hindostan*. (S. ebendaselbst.)

1810 am 28. November Abends zwischen 9 und 10 Uhr sah Capitain Beaufort in der englischen Fregatte *Salsette*, 9 Leagues SWgW. von der Insel *Cerigo* und 10 Leagues von Cap *Matapan*, mehrere leuchtende Meteore von verschiedener Stärke. Eines davon, das einen leuchtenden Schweif nach sich liefs, schien nicht fern vom Schiffe vorüberzuziehen, und gleich nach seinem Erlöschen hörte der Capitain den Fall eines schweren Körpers in's Meer. — *Edinburgh Journal of Science, Vol.* 5. *p.* 224; 1826.

1820 am 5. April 11 U. M. soll ein Meteorstein auf ein Schiff (*Echer*, *Capit.* J. Smart), unter 20° 10′ N. Br. und 51° 50′ W. L. — etwa 10 Längengrade von *Antigua* — niedergefallen seyn, von welchem ein auf dem Schiffe befindlicher Gärtner, Namens Richter oder Ritter, Bruchstücke nach Wien gebracht hat. Die Erzählung von diesem Falle in Baumgartner's und Ettinghausen's *Zeitschrift für Physik und Mathematik, Bd.* 7 *S.* 253, wird in Hinsicht auf ihre Wahrheit dadurch verdächtig, dafs der Stein aus einer eigentlichen Regenwolke gefallen seyn soll, und dafs auch nicht erwähnt wird, dafs er mit der den Meteorsteinen gewöhnlich eigenen Kraft niedergefallen sey. Wenigstens ge-

1151 n. C. G., gleich 463 der Hedschra. Ein grofser Fall von Meteorsteinen, wo? ist nicht bemerkt. — Abulfaradsch, S. 348 *).

Zwischen 1540 und 1550. Der bei *Grimma* herabgefallenen Masse (Chladni, *Feuermeteore*, *S.* 212) soll Albertus Magnus gleichfalls erwähnen. — Nöggerath in Schweigger's *Jahrbuch*, *Bd.* 14 (44) *S.* 358.

1770 am 25. October (am 4. Schaban 1153 der Hedschra) ereignete sich bei dem Marktflecken *Hesargard* in *Rum-Ili* ein Steinfall unter den gewöhnlichen Umständen; nämlich aus einer bei ganz heiterem Himmel plötzlich entstandenen schwarzen Wolke, und unter den heftigsten, Kanonenschüssen ähnlichen Explosionen. Von mehreren herabgefallenen Steinen wurden zwei an den Grofssultan geschickt. Sie wogen, der eine 2 Okka $= 4\frac{1}{2}$ Pfund, der andere 19 Okka $= 42\frac{3}{4}$ Pfund. — Aus Szubhi's *Geschichte des Reichs, gedruckt zu Constantinopel* 1783, *nach* Hammer's *Uebersetzung*. *S. Morgenblatt* 1831, *No.* 96 *S.* 381.

1794. 16. Junius. Den bekannten Steinfall von *Siena* (Chladni, *Feuermeteore*, *S.* 261) suchte neuerlich Jemand wieder einem Ausbruche des Vesuv zuzuschreiben; s. *Edinburgh Journ. of Science*, *Vol.* 7 (1827) *S.* 15, *citirt Mistress* Stark's *directions etc.*, 5. *edit. p.* 265; dagegen sprechen doch aufserdem allen Meteorsteinen ähnlichen Gehalte dieser Steine noch viele Thatsachen. Dem Falle ging eine Feuerkugel voraus, die mit Krachen zerplatzte, und nach deren Verschwinden ein Dampfwölkchen zurückblieb. Das Meteor zog von O. nach W., und der Vesuv liegt in SSO. von Siena.

*) Die hier aus orientalischen Schriftstellern genommenen Nachrichten sind mir von Hrn. J. Heinr. Möller, Bibliotheks-Secretair und Aufseher über die orientalische Bibliothek und die Kunst- und Naturalien-Sammlung zu Gotha, mitgetheilt worden.

Der Ausbruch des Vesuv erfolgte am 14. und 15. Jun.; die Steine hätten daher Einen und einen halben bis zwei Tage gebraucht, um die funfzig Meilen vom Vesuv bis nach Siena zurückzulegen. Bei einem so langsamen Ziehen würden sie sich nicht in der Luft erhalten haben, sondern unterweges niedergefallen seyn. Eine Kanonenkugel, die aufserordentlich viel langsamer zieht als ein Meteor, würde denselben Weg in fünfundzwanzig Minuten zurückgelegt haben.

1802. Steinfall zu *Allahabad* in *Hindostan*. (S. unten bei dem J. 1827, Febr. 27.)

1808. Steinfall zu *Mooradabad* in *Hindostan*. (S. ebendaselbst.)

1810 am 28. November Abends zwischen 9 und 10 Uhr sah Capitain Beaufort in der englischen Fregatte *Salsette*, 9 Leagues SWgW. von der Insel *Cerigo* und 10 Leagues von Cap *Matapan*, mehrere leuchtende Meteore von verschiedener Stärke. Eines davon, das einen leuchtenden Schweif nach sich liefs, schien nicht fern vom Schiffe vorüberzuziehen, und gleich nach seinem Erlöschen hörte der Capitain den Fall eines schweren Körpers in's Meer. — *Edinburgh Journal of Science, Vol.* 5. *p.* 224; 1826.

1820 am 5. April 11 U. M. soll ein Meteorstein auf ein Schiff (*Echer*, *Capit.* J. Smart), unter 20° 10' N. Br. und 51° 50' W. L. — etwa 10 Längengrade von *Antigua* — niedergefallen seyn, von welchem ein auf dem Schiffe befindlicher Gärtner, Namens Richter oder Ritter, Bruchstücke nach Wien gebracht hat. Die Erzählung von diesem Falle in Baumgartner's und Ettinghausen's *Zeitschrift für Physik und Mathematik*, *Bd.* 7 *S.* 253, wird in Hinsicht auf ihre Wahrheit dadurch verdächtig, dafs der Stein aus einer eigentlichen Regenwolke gefallen seyn soll, und dafs auch nicht erwähnt wird, dafs er mit der den Meteorsteinen gewöhnlich eigenen Kraft niedergefallen sey. Wenigstens ge-

1151 n. C. G., gleich 463 der Hedschra. Ein grofser Fall von Meteorsteinen, wo? ist nicht bemerkt. — Abulfaradsch, S. 348 *).

Zwischen 1540 und 1550. Der bei *Grimma* herabgefallenen Masse (Chladni, *Feuermeteore, S.* 212) soll Albertus Magnus gleichfalls erwähnen. — Nöggerath in Schweigger's *Jahrbuch, Bd.* 14 (44) *S.* 358.

1770 am 25. October (am 4. Schaban 1153 der Hedschra) ereignete sich bei dem Marktflecken *Hesargard* in *Rum-Ili* ein Steinfall unter den gewöhnlichen Umständen; nämlich aus einer bei ganz heiterem Himmel plötzlich entstandenen schwarzen Wolke, und unter den heftigsten, Kanonenschüssen ähnlichen Explosionen. Von mehreren herabgefallenen Steinen wurden zwei an den Grofssultan geschickt. Sie wogen, der eine 2 Okka $=4\frac{1}{2}$ Pfund, der andere 19 Okka $=42\frac{3}{4}$ Pfund. — Aus Szubhi's *Geschichte des Reichs, gedruckt zu Constantinopel* 1783, *nach* Hammer's *Uebersetzung. S. Morgenblatt* 1831, *No.* 96 *S.* 381.

1794. 16. Junius. Den bekannten Steinfall von *Siena* (Chladni, *Feuermeteore, S.* 261) suchte neuerlich Jemand wieder einem Ausbruche des Vesuv zuzuschreiben; s. *Edinburgh Journ. of Science, Vol.* 7 (1827) *S.* 15, *citirt Mistress* Stark's *directions etc.*, 5. *edit. p.* 265; dagegen sprechen doch aufserdem allen Meteorsteinen ähnlichen Gehalte dieser Steine noch viele Thatsachen. Dem Falle ging eine Feuerkugel voraus, die mit Krachen zerplatzte, und nach deren Verschwinden ein Dampfwölkchen zurückblieb. Das Meteor zog von O. nach W., und der Vesuv liegt in SSO. von Siena.

*) Die hier aus orientalischen Schriftstellern genommenen Nachrichten sind mir von Hrn. J. Heinr. Möller, Bibliotheks-Secretair und Aufseher über die orientalische Bibliothek und die Kunst- und Naturalien-Sammlung zu Gotha, mitgetheilt worden.

Der Ausbruch des Vesuv erfolgte am 14. und 15. Jun.; die Steine hätten daher Einen und einen halben bis zwei Tage gebraucht, um die funfzig Meilen vom Vesuv bis nach Siena zurückzulegen. Bei einem so langsamen Ziehen würden sie sich nicht in der Luft erhalten haben, sondern unterweges niedergefallen seyn. Eine Kanonenkugel, die aufserordentlich viel langsamer zieht als ein Meteor, würde denselben Weg in fünfundzwanzig Minuten zurückgelegt haben.

1802. Steinfall zu *Allahabad* in *Hindostan*. (S. unten bei dem J. 1827, Febr. 27.)

1808. Steinfall zu *Mooradabad* in *Hindostan*. (S. ebendaselbst.)

1810 am 28. November Abends zwischen 9 und 10 Uhr sah Capitain Beaufort in der englischen Fregatte *Salsette*, 9 Leagues SWgW. von der Insel *Cerigo* und 10 Leagues von Cap *Matapan*, mehrere leuchtende Meteore von verschiedener Stärke. Eines davon, das einen leuchtenden Schweif nach sich liefs, schien nicht fern vom Schiffe vorüberzuziehen, und gleich nach seinem Erlöschen hörte der Capitain den Fall eines schweren Körpers in's Meer. — *Edinburgh Journal of Science, Vol.* 5. *p.* 224; 1826.

1820 am 5. April 11 U. M. soll ein Meteorstein auf ein Schiff (*Echer*, *Capit.* J. Smart), unter 20° 10′ N. Br. und 51° 50′ W. L. — etwa 10 Längengrade von *Antigua* — niedergefallen seyn, von welchem ein auf dem Schiffe befindlicher Gärtner, Namens Richter oder Ritter, Bruchstücke nach Wien gebracht hat. Die Erzählung von diesem Falle in Baumgartner's und Ettinghausen's *Zeitschrift für Physik und Mathematik*, *Bd.* 7 *S.* 253, wird in Hinsicht auf ihre Wahrheit dadurch verdächtig, dafs der Stein aus einer eigentlichen Regenwolke gefallen seyn soll, und dafs auch nicht erwähnt wird, dafs er mit der den Meteorsteinen gewöhnlich eigenen Kraft niedergefallen sey. Wenigstens ge-

1151 n. C. G., gleich 463 der Hedschra. Ein grofser Fall von Meteorsteinen, wo? ist nicht bemerkt. — Abulfaradsch, S. 348 *).

Zwischen 1540 und 1550. Der bei *Grimma* herabgefallenen Masse (Chladni, *Feuermeteore, S.* 212) soll Albertus Magnus gleichfalls erwähnen. — Nöggerath in Schweigger's *Jahrbuch, Bd.* 14 (44) *S.* 358.

1770 am 25. October (am 4. Schaban 1153 der Hedschra) ereignete sich bei dem Marktflecken *Hesargard* in *Rum-Ili* ein Steinfall unter den gewöhnlichen Umständen; nämlich aus einer bei ganz heiterem Himmel plötzlich entstandenen schwarzen Wolke, und unter den heftigsten, Kanonenschüssen ähnlichen Explosionen. Von mehreren herabgefallenen Steinen wurden zwei an den Grofssultan geschickt. Sie wogen, der eine 2 Okka $=4\frac{1}{2}$ Pfund, der andere 19 Okka $=42\frac{3}{4}$ Pfund. — Aus Szubhi's *Geschichte des Reichs, gedruckt zu Constantinopel* 1783, *nach* Hammer's *Uebersetzung. S. Morgenblatt* 1831, *No.* 96 *S.* 381.

1794. 16. Junius. Den bekannten Steinfall von *Siena* (Chladni, *Feuermeteore, S.* 261) suchte neuerlich Jemand wieder einem Ausbruche des Vesuv zuzuschreiben; s. *Edinburgh Journ. of Science, Vol.* 7 (1827) *S.* 15, *citirt Mistress* Stark's *directions etc.*, 5. *edit. p.* 265; dagegen sprechen doch aufserdem allen Meteorsteinen ähnlichen Gehalte dieser Steine noch viele Thatsachen. Dem Falle ging eine Feuerkugel voraus, die mit Krachen zerplatzte, und nach deren Verschwinden ein Dampfwölkchen zurückblieb. Das Meteor zog von O. nach W., und der Vesuv liegt in SSO. von Siena.

*) Die hier aus orientalischen Schriftstellern genommenen Nachrichten sind mir von Hrn. J. Heinr. Möller, Bibliotheks-Secretair und Aufseher über die orientalische Bibliothek und die Kunst- und Naturalien-Sammlung zu Gotha, mitgetheilt worden.

Der Ausbruch des Vesuv erfolgte am 14. und 15. Jun.; die Steine hätten daher Einen und einen halben bis zwei Tage gebraucht, um die fünfzig Meilen vom Vesuv bis nach Siena zurückzulegen. Bei einem so langsamen Ziehen würden sie sich nicht in der Luft erhalten haben, sondern unterweges niedergefallen seyn. Eine Kanonenkugel, die aufserordentlich viel langsamer zieht als ein Meteor, würde denselben Weg in fünfundzwanzig Minuten zurückgelegt haben.

1802. Steinfall zu *Allahabad* in *Hindostan*. (S. unten bei dem J. 1827, Febr. 27.)

1808. Steinfall zu *Mooradabad* in *Hindostan*. (S. ebendaselbst.)

1810 am 28. November Abends zwischen 9 und 10 Uhr sah Capitain Beaufort in der englischen Fregatte *Salsette*, 9 Leagues SWgW. von der Insel *Cerigo* und 10 Leagues von Cap *Matapan*, mehrere leuchtende Meteore von verschiedener Stärke. Eines davon, das einen leuchtenden Schweif nach sich liefs, schien nicht fern vom Schiffe vorüberzuziehen, und gleich nach seinem Erlöschen hörte der Capitain den Fall eines schweren Körpers in's Meer. — *Edinburgh Journal of Science, Vol.* 5. *p.* 224; 1826.

1820 am 5. April 11 U. M. soll ein Meteorstein auf ein Schiff (*Echer*, *Capit.* J. Smart), unter 20° 10′ N. Br. und 51° 50′ W. L. — etwa 10 Längengrade von *Antigua* — niedergefallen seyn, von welchem ein auf dem Schiffe befindlicher Gärtner, Namens Richter oder Ritter, Bruchstücke nach Wien gebracht hat. Die Erzählung von diesem Falle in Baumgartner's und Ettinghausen's *Zeitschrift für Physik und Mathematik*, *Bd.* 7 *S.* 253, wird in Hinsicht auf ihre Wahrheit dadurch verdächtig, dafs der Stein aus einer eigentlichen Regenwolke gefallen seyn soll, und dafs auch nicht erwähnt wird, dafs er mit der den Meteorsteinen gewöhnlich eigenen Kraft niedergefallen sey. Wenigstens ge-

1151 n. C. G., gleich 463 der Hedschra. Ein grofser Fall von Meteorsteinen, wo? ist nicht bemerkt. — Abulfaradsch, S. 348 *).

Zwischen 1540 und 1550. Der bei *Grimma* herabgefallenen Masse (Chladni, *Feuermeteore, S.* 212) soll Albertus Magnus gleichfalls erwähnen. — Nöggerath in Schweigger's *Jahrbuch, Bd.* 14 (44) *S.* 358.

1770 am 25. October (am 4. Schaban 1153 der Hedschra) ereignete sich bei dem Marktflecken *Hesargard* in *Rum-Ili* ein Steinfall unter den gewöhnlichen Umständen; nämlich aus einer bei ganz heiterem Himmel plötzlich entstandenen schwarzen Wolke, und unter den heftigsten, Kanonenschüssen ähnlichen Explosionen. Von mehreren herabgefallenen Steinen wurden zwei an den Grofssultan geschickt. Sie wogen, der eine 2 Okka $=4\frac{1}{2}$ Pfund, der andere 19 Okka $=42\frac{3}{4}$ Pfund. — Aus Szubhi's *Geschichte des Reichs, gedruckt zu Constantinopel* 1783, *nach* Hammer's *Uebersetzung. S. Morgenblatt* 1831, *No.* 96 *S.* 381.

1794. 16. Junius. Den bekannten Steinfall von *Siena* (Chladni, *Feuermeteore, S.* 261) suchte neuerlich Jemand wieder einem Ausbruche des Vesuv zuzuschreiben; s. *Edinburgh Journ. of Science, Vol.* 7 (1827) *S.* 15, *citirt Mistress* Stark's *directions etc.*, 5. *edit. p.* 265; dagegen sprechen doch aufserdem allen Meteorsteinen ähnlichen Gehalte dieser Steine noch viele Thatsachen. Dem Falle ging eine Feuerkugel voraus, die mit Krachen zerplatzte, und nach deren Verschwinden ein Dampfwölkchen zurückblieb. Das Meteor zog von O. nach W., und der Vesuv liegt in SSO. von Siena.

*) Die hier aus orientalischen Schriftstellern genommenen Nachrichten sind mir von Hrn. J. Heinr. Möller, Bibliotheks-Secretair und Aufseher über die orientalische Bibliothek und die Kunst- und Naturalien-Sammlung zu Gotha, mitgetheilt worden.

Der Ausbruch des Vesuv erfolgte am 14. und 15. Jun.; die Steine hätten daher Einen und einen halben bis zwei Tage gebraucht, um die funfzig Meilen vom Vesuv bis nach Siena zurückzulegen. Bei einem so langsamen Ziehen würden sie sich nicht in der Luft erhalten haben, sondern unterweges niedergefallen seyn. Eine Kanonenkugel, die aufserordentlich viel langsamer zieht als ein Meteor, würde denselben Weg in fünfundzwanzig Minuten zurückgelegt haben.

1802. Steinfall zu *Allahabad* in *Hindostan*. (S. unten bei dem J. 1827, Febr. 27.)

1808. Steinfall zu *Mooradabad* in *Hindostan*. (S. ebendaselbst.)

1810 am 28. November Abends zwischen 9 und 10 Uhr sah Capitain Beaufort in der englischen Fregatte *Salsette*, 9 Leagues SWgW. von der Insel *Cerigo* und 10 Leagues von Cap *Matapan*, mehrere leuchtende Meteore von verschiedener Stärke. Eines davon, das einen leuchtenden Schweif nach sich liefs, schien nicht fern vom Schiffe vorüberzuziehen, und gleich nach seinem Erlöschen hörte der Capitain den Fall eines schweren Körpers in's Meer. — *Edinburgh Journal of Science, Vol.* 5. *p.* 224; 1826.

1820 am 5. April 11 U. M. soll ein Meteorstein auf ein Schiff (*Echer*, *Capit.* J. Smart), unter 20° 10' N. Br. und 51° 50' W. L. — etwa 10 Längengrade von *Antigua* — niedergefallen seyn, von welchem ein auf dem Schiffe befindlicher Gärtner, Namens Richter oder Ritter, Bruchstücke nach Wien gebracht hat. Die Erzählung von diesem Falle in Baumgartner's und Ettinghausen's *Zeitschrift für Physik und Mathematik, Bd.* 7 *S.* 253, wird in Hinsicht auf ihre Wahrheit dadurch verdächtig, dafs der Stein aus einer eigentlichen Regenwolke gefallen seyn soll, und dafs auch nicht erwähnt wird, dafs er mit der den Meteorsteinen gewöhnlich eigenen Kraft niedergefallen sey. Wenigstens ge-

S. 358.

1770 am 25. October (am Hedschra) ereignete sich bei de gard in *Rum-Ili* ein Steinfall Umständen; nämlich aus einer be plötzlich entstandenen schwarzen heftigsten, Kanonenschüssen ähnlic mehreren herabgefallenen Steinen Grofssultan geschickt. Sie wog =4½ Pfund, der andere 19 Ol Aus Szubbi's *Geschichte des R stantinopel* 1783, *nach* Hamme *Morgenblatt* 1831, *No.* 96 *S.* 38

1794. 16. Junius. Den be *Siena* (Chladni, *Feuermeteore*, lich Jemand wieder einem Ausbr schreiben; s. *Edinburgh Journ. of* *S.* 15, *citirt Mistress* Stark's *d* *p.* 265; dagegen sprechen doch au steinen ähnlichen Gehalte dieser St sachen. Dem Falle ging eine F mit Krachen zerplatzte, und nach

Der Ausbruch des Vesuv erfolgte am 14. und 15. Jun.; die Steine hätten daher Einen und einen halben bis zwei Tage gebraucht, um die funfzig Meilen vom Vesuv bis nach Siena zurückzulegen. Bei einem so langsamen Ziehen würden sie sich nicht in der Luft erhalten haben, sondern unterweges niedergefallen seyn. Eine Kanonenkugel, die aufserordentlich viel langsamer zieht als ein Meteor, würde denselben Weg in fünfundzwanzig Minuten zurückgelegt haben.

1802. Steinfall zu *Allahabad* in *Hindostan.* (S. unten bei dem J. 1827, Febr. 27.)

1808. Steinfall zu *Mooradabad* in *Hindostan.* (S. ebendaselbst.)

1810 am 28. November Abends zwischen 9 und 10 Uhr sah Capitain Beaufort in der englischen Fregatte *Salsette*, 9 Leagues SWgW. von der Insel *Cerigo* und 10 Leagues von Cap *Matapan*, mehrere leuchtende Meteore von verschiedener Stärke. Eines davon, das einen leuchtenden Schweif nach sich liefs, schien nicht fern vom Schiffe vorüberzuziehen, und gleich nach seinem Erlöschen hörte der Capitain den Fall eines schweren Körpers in's Meer. — *Edinburgh Journal of Science, Vol.* 5. *p.* 224; 1826.

1820 am 5. April 11 U. M. soll ein Meteorstein auf ein Schiff (*Echer*, *Capit.* J. Smart), unter 20° 10' N. Br. und 51° 50' W. L. — etwa 10 Längengrade von *Antigua* — niedergefallen seyn, von welchem ein auf dem Schiffe befindlicher Gärtner, Namens Richter oder Ritter, Bruchstücke nach Wien gebracht hat. Die Erzählung von diesem Falle in Baumgartner's und Ettingshausen's *Zeitschrift für Physik und Mathematik*, *Bd.* 7 *S.* 253, wird in Hinsicht auf ihre Wahrheit dadurch verdächtig, dafs der Stein aus einer eigentlichen Regenwolke gefallen seyn soll, und dafs auch nicht erwähnt wird, dafs er mit der den Meteorsteinen gewöhnlich eigenen Kraft niedergefallen sey. Wenigstens ge-

denkt die Erzählung keiner durch seinen Fall auf dem Verdecke verursachten Beschädigung. Da sie indessen sagt, dafs der Stein nur ungefähr ein halbes Pfund gewogen habe und in mehrere Stücke zersprungen sey, so möchte diese Rückwirkung auf ihn selbst genügenden Beweis für sein kräftiges Auffallen abgeben. Aber die wichtigsten Zweifel dagegen, dafs sich hier ein wirklicher Meteorsteinfall ereignet habe, erregt das Urtheil, welches Hr. Fr. Hoffmann, der die Bruchstücke des Steins in Wien gesehen hat, über ihre Beschaffenheit fällt, indem er versichert, sie haben nicht die entfernteste Verwandtschaft mit Meteorsteinen, sondern bestehen aus gewöhnlichem Kalkstein. (S. diese *Annalen, Bd.* 18 (94) *S.* 317 und 318.) Was ist aber *gewöhnlicher* Kalkstein? Uebrigens könnte auch die Thatsache selbst richtig seyn, und nur die von dem Gärtner mitgebrachten Probestücke unächt, wenn auch nicht durch einen von ihm selbst verschuldeten, doch von einem ihm gespielten Betrug. Immer ist der Fall, der Vollständigkeit wegen, hier nicht mit Schweigen zu übergehen.

1822. November. Bei dem schon von Chladni und nachher von mir (in diesen *Annalen*, *Bd.* 18 (94) *S.* 174) erwähnten Meteorsteinfall in Ostindien heifst der Ort, wo er gesehen wurde, nicht *Futtelpore*, sondern *Futtehpore.*

1824 am 18. Februar 7 U. M. Bei der Festung *Tounkin*, ungefähr 216 Werst von *Irkutzk*, fiel ein Meteorstein fünf Pfund schwer. Seinem Falle voraus ging ein donnerähnliches Getöse, das in ein lange dauerndes pfeifendes Geräusch überging. Der Stein war nicht weit von einigen Burätischen Kindern niedergefallen, und seine Hitze war so grofs, dafs diese ihn nicht in den Händen halten konnten. Der Stein war rund und voll kleiner Löcher. Die Oberfläche war dunkelgrau und wie mit Rufs überzogen, das Innere hellgrau, und auf dem ganzen Steine erkannte man metallische stahlfarbene Punkte und

und Adern. Er befindet sich in der Mineraliensammlung zu Irkutzk. — Nachricht vom Prof. Stschoukine in Irkutsk, s. *Oukazatel Otksitii, d. i. Anzeiger der Entdeckungen, Bd.* 3, 1826, 2, 5, S. 646 — daraus in Férussac, *Bullet. des sc. mathém. T.* 9. 1828, S. 325.

1825. 14. September. Ueber die auf der *Sandwich-Insel Wahu* gefallenen Meteorsteine (s. diese *Annalen, Bd.* 18 *S.* 184) mag nachträglich noch die von dem Capitain Kotzebue selbst gegebene Nachricht wörtlich folgen:

»Am Morgen nach unserer Ankunft fiel hier (zu *Hanaruro* auf *Wahu*) eine merkwürdige Naturbegebenheit vor, von der wir vom Anfang bis zum Ende Augenzeugen waren. Bei völlig heiterem Himmel bildete sich eine dicke, schwarze Wolke über der Insel, die mit ihrem unteren Rande einige der hohen Bergspitzen berührte. Der dunkelste Theil dieser höchst auffallenden Wolke hing über dem Städtchen *Hanaruro*. Es war gänzlich Windstille; aber plötzlich erhob sich aus Nordost ein heftiger Sturm. Zugleich entstand in der Wolke ein starkes Krachen, ganz so, als ob mehrere Schiffe ihre Kanonen abfeuerten, und zwar ging die Aehnlichkeit damit so weit, dafs man, nach der verschiedenen Stärke der einzelnen Schüsse, bald die der zugewandten Batterie, bald die der abgewandten zu hören glauben konnte. Dieses Getöse dauerte ein Paar Minuten; und als es auf Einmal stille ward, fielen aus der Wolke zwei Steine in *Hanaruro* auf die Strafse, und zersprangen durch die Heftigkeit des Falles aus der grofsen Höhe in mehrere Theile. Die Einwohner sammelten die noch sehr warmen Stücke, und nach diesen zu urtheilen, mochte jeder der herabgefallenen Steine vor der Zerbröckelung ungefähr 15 Pfund schwer gewesen seyn. Inwendig waren diese Steine grau, und äufserlich von einer schwarzen, verbrannten Kruste umgeben, wie die Stücke gleichfalls zeigten. Bei der chemischen Untersuchung erwies sich

die Aehnlichkeit mit den Meteorsteinen, die in verschiedenen Ländern herabgefallen sind.« — Kotzebue, *Reise um die Welt in den Jahren* 1823 *bis* 1826, *Theil* 2 *S.* 139.

Auch diese Beschreibung stimmt ganz überein mit allen, die von genauen Beobachtern der Meteorsteinfälle gegeben worden sind. Der hier angegebene Umstand, dafs die Wolke, welche die Steine ausschüttete, hohe Bergspitzen berührt habe, allein ist etwas unwahrscheinlich, vielleicht aber nur eine Gesichtstäuschung gewesen.

1826. 15. März. Die von mir (diese *Annalen, Bd.* 18 S. 185) in Zweifel gezogene Wahrheit des an diesem Tage in der Gegend von *Lugano* erfolgten Meteorsteinfalles, hat sich vollkommen bestätigt. Die ausführlichere Beschreibung desselben findet sich, von Hrn. Leop. von Buch mitgetheilt, in der *Berliner Haude und Spener'schen Zeitung*, 1826, 30. *Mai*, und daraus in diesen *Annalen, Bd.* 18 *S.* 316.

1827. Februar 27. 3 Uhr Nachmittags bei völlig heiterem Himmel fielen in *Hindostan*, District *Azim-Gesh*, ungefähr 5 (engl.) Meilen von dem Dorfe *Mhow*, Meteorsteine. Ihr Fall war von donnerähnlichem Getöse begleitet. Vier oder fünf Bruchstücke wurden 4 bis 5 Meilen weit gefunden. Eines davon zerschlug einen Baum, ein anderes tödtete einen Menschen. Das gröfste wog drei Pfund. Diese Steine gleichen vollkommen den im J. 1802 zu Allahabad und den im J. 1808 zu Mooradabad gefallenen. Ihre Dichtigkeit beträgt 3,5; sie enthalten Nickel und Chrom.

Der Steinfälle zu *Allahabad* 1802 und zu *Mooradabad* 1808 ist in den Chladni'schen Verzeichnissen nicht gedacht. Obige Nachricht findet sich in *Edinburgh Journal of science*, 1828, *Jul. S.* 172, und Férussac, *Bull. des sc. mathém. T.* 11 *p.* 292.

1827. Mai 9. 4 Uhr Ab. Zu *Drake Creek*, im Nordamerikanischen Staate *Tenessee*, fielen bei heiterem

Himmel mehrere Meteorsteine. Voraus ging ein Lärmen, dem Donner groben Geschützes gleich, und es bildeten sich einige kleine Wolken mit dunkeln Schweifen, dabei liefs sich ein lebhaftes Pfeifen hören. Einer der Steine zerschlug einen kleinen Baum und drang dennoch zehn Zoll tief in den Boden; er war beim Herausnehmen kalt, roch aber schweflig. Ein anderer wurde eine drittel Lieue von dem ersten elf Zoll tief aus der Erde gezogen, er wog elf Pfund. Noch sammelte man drei solcher Steine von verschiedener Gröfse. Alle hatten einen schwarzen, verglasten Ueberzug. Im Innern war ihre Farbe grünlichweifs. Alle enthalten eine unzählbare Menge kleiner wie Silber glänzender metallischer Punkte. Eine grofse Menge schwarzer glasiger Kügelchen darin scheinen eine vollkommene Schmelzung erlitten zu haben. Die specifische Schwere der Steine ist 3,485. Ein Amerikanischer Chemiker fand darin folgende Bestandtheile:

Kieselerde	40,000	
Nickelprotoxyd	2,166	= corresp. mit 1,704 Metall
Talkerde	23,833	
Thonerde	2,466	
Chromprotoxyd	0,833	= cosresp. mit 0,584 Metall
Eisen	12,000	
Eisenperoxyd	12,200	
Schwefel	2,443	
Verlust	4,069	
	100,0.	

Annales de chimie et de phys. T. 45 *p.* 416, *cit. American Journal.*

1829. Mai 8. Meteorsteinfall im Nordamerikanischen Staate *Georgien*, Canton *Monroe*, bei *Forsyth* an der Ostseite des Flusses *Flint*, eines Nebenflusses des in den Mexicanischen Meerbusen mündenden *Apalachicola*, 36 deutsche Meilen westlich von *Savannah* am Atlantischen Meere. Dem Falle voraus ging die Erschei-

6 bis 7 deutsche Meilen im Umkrei
gefallene Stein war zwei und eine
die Erde gedrungen. Er wog se
Aeufserlich war er mit einer schw
schmolzenem Ansehen überzogen,
als eine Federmesserklinge. Das
gleichförmig aschgrau, mit unzähligen
tallischem Eisen, die wie Silber glä
die Gröfse eines Stecknadelkopfes
genthümliche Schwere war 3,37. I
wurde fast ganz vom Magnet ange
chim. et de phys. T. 45. *p.* 417, *ci*
nal. — Columbus, Bd. 2 (1829)
Telegraph.

1829. August 14. In der Nac
Nordamerikanischen Staate *Neu-Jer*
Gegen Mitternacht sah man ein leucl
ches wie eine Rakete stieg, dann ein
und zerplatzte. Es erfolgten zwölf c
wie von kleinem Gewehr, und Fu
umher. Die Steine waren äufserlich
innerlich lichtgrau, voll von metallis

gefallen, man hat aber nur zwei gefunden. Ein Bruchstück von diesen hat Hr. Gustav Rose für die Königliche Mineraliensammlung in Berlin mitgebracht. Es besteht aus einer dunkelgrünen Masse von so feinen Körnern, dafs man darin fast nichts deutlich unterscheiden kann. Doch bemerkt man darin einige grünliche Punkte (Olivin?), einige von metallischem Ansehen, von weifser und gelblicher Farbe (Magneteisen?), und metallisches Eisen. — Diese *Annalen*, *Bd.* 17 *S.* 380. — Einer dieser Steine wurde der Kaiserlichen Academie der Wissenschaften überschickt, und von ihr den HH. Academikern Kupffer und Hesse zur Untersuchung übergeben. Aus ihrem darüber erstatteten Berichte erhellt, dafs die Bestandtheile dieses Steines nichts von den in den meisten anderen Aerolithen gefundenen Abweichendes enthalten. — *Preufsische Staatszeitung*, 1830, *No.* 97, *S.* 720.

1829. November 19. 10 U. 5 Min. Abends wurde bei *Prag* in der Vorstadt *Carolinenthal* eine Feuerkugel gesehen, von Mannskopf Gröfse, die sich von Ost nach West bewegte, einen funkenwerfenden Schweif nach sich zog, und 8 bis 10 Secunden sichtbar blieb. Sie fiel zerspringend, doch ohne Knall, auf ein umgeackertes Stück Feld, auf dem eine ganze Strecke mit einem Feuerstrom überdeckt zu seyn schien. Dieses berichtet Hr. Hallaschka in Schumacher's *astronomischen Nachrichten*, *No.* 174, und fügt hinzu, dafs er am folgenden Morgen die Ueberreste des Meteors gesammelt habe. Man sieht hieraus, dafs mit dem Meteor Etwas herabgefallen seyn mufs. Was dieses aber gewesen ist, geht aus der Beschreibung nicht recht hervor. Der Bericht sagt nur, dafs es einen schwefelähnlichen Geruch gehabt habe, dafs die Oberfläche des Ackergrundes auf Eine Linie tief ziegelroth gebrannt gewesen sey, und dafs eine mikroskopische Untersuchung Stückchen von zinnoberrother, prismatisch krystallisirter Oberfläche gezeigt habe, dafs diese Stückchen vor dem Löthrohre leicht erglühten, und als-

dann nicht blofs nach Schwefel, sondern auch nach Phosphor rochen.

II. Nachrichten von Gediegen-Eisenmassen, die für meteorisch zu halten sind.

Mit dem Meteoreisen von *Lenarto* und von *Agram* in Ungarn (s. Chladni, *Feuermeteore*, *S.* 329, und Neue Beiträge in den Annalen, Bd. 8 (84) S. 52) ist eine neue chemische Zerlegung vorgenommen worden von Hrn. Holger. — S. Baumgartner und Ettinghausen, *Zeitschrift*, *Bd.* 7 *S.* 129, und Schweigger's *Jahrbuch N. R. Bd.* 28 *S.* 345. — Das Ergebnifs ist Folgendes:

von Lenarto.

Eisen	85,04	83,29
Nickel	8,12	11,84
Kobalt	3,59	1,26
Calcium	1,63	0,43
Aluminium	0,77	1,38
Mangan	0,61	0,64
Magnium	0,23	0,48
Silicium	0,01	0,68.

Das Meteoreisen von der *Riviere Rouge* in Louisiane (Chladni, *Feuermeteore*, *S.* 344., und Neue Beiträge in diesen Annalen, Bd. 68 S. 343, Bd. 82 S. 34, Bd. 84 S. 50) ist von Shepard zerlegt, und als Bestandtheile desselben sind gefunden worden:

Eisen	90,020
Nickel	9,674
Verlust	0,306.

S. Schweigger's *Jahrbuch N. R. Bd.* 28 *S.* 339, ferner aus Silliman, *Americ. Journ. V.* 16 *No.* 2 (*Juli* 1829) *S.* 217.

Ueber die bei *Aachen* gefundene zerstreute und zum

Theil verarbeitete Eisenmasse, deren Ursprung noch immer räthselhaft ist (Chladni, *Feuermeteore*, *S.* 346, und *Neue Beiträge in den Annalen*, *Bd.* 68 *S.* 346), wird in der *Isis* von Oken, 1830, *H.* 11 *S.* 1077 f. Einiges mitgetheilt, was über den Ursprung derselben aus einer historischen Quelle Aufschlufs geben soll,

Diesen Aufschlufs glaubt der Verfasser des Aufsatzes zu finden in Agnelli, *Liber pontificalis s. vitae Pontificum Ravennatum, editore* Bachinia; *Mutinae* 1708, 4., *P.* 2 *p.* 174. Dort wird eine Reiterbildsäule Theodorich's des Grofsen beschrieben, und dabei bemerkt, dafs Karl der Grofse dieselbe von *Ravenna* nach *Aachen* habe bringen lassen, wo sie in seinem Pallaste aufgestellt worden sey. Weiter führt der Verfasser des Aufsatzes in der *Isis* an aus Mosheim's *Heilquellen von Aachen* (bei Mayer, 1829, 8., S. 141), dafs in den Jahren 1224 und 1236 *Aachen* von schrecklichen Feuersbrünsten heimgesucht, und dabei auch der Kaiserliche Pallast zum Theil zerstört worden sey.

Aus diesen Nachrichten schliefst der Verfasser, »dafs durch die Entdeckung der oben angeführten Stelle (des Agnelli) wohl alle Muthmafsungen gehoben seyen.« Dieses scheint auf den ersten Blick soviel heifsen zu sollen als: Man mufs annehmen, dafs der in *Aachen* unter dem Stadtpflaster gefundene Klumpen von *Eisen* wohl die in einer Feuersbrunst zusammengeschmolzene Bildsäule Theodorich's des Grofsen seyn möge.

Aber die Bildsäule war von *Erz:* — »*Equus ex auro fulvo perfusus*« sagt Agnelli — und nicht von Eisen. Wollte man nur annehmen, dafs die gefundene Eisenmasse bei einer der erwähnten Feuersbrünste aus allerlei im Pallaste oder in der Kirche angebracht gewesenem Eisen zusammengeschmolzen wäre — was einfacher und natürlich erscheinen würde — so hätte es dazu des Auffindens der Nachricht von Agnelli nicht bedurft.

Hat also der Verfasser des Aufsatzes in der *Isis* mit

malsungen darüber das Feld erö

Uebrigens ist die Entdeckun vierzehn Jahren (*Kunstblatt* z *No.* 15 *S.* 60) erzählte ein Hr. die Geschichte von dem Transpo dorich's von *Ravenna* nach *A* Vermuthung, dafs aus dem Schm Zerstörung Aachens durch die N vielleicht der gefundene Metallkl könne. Chladni (*Feuermeteore* ses, bemerkt aber schon dabei, wohl von einem anderen Metalle, möge.

Die Gediegen-Eisenmasse vo *bien* ist von den HH. Rivero un misch untersucht worden. Ein Stücl

Eisen	91,
Nickel	8,
Rückstand	0,

Dieser Rückstand schien aus Nick ein wenig Chrom zu bestehen. wurden mehrete zerstreut in der G hielt:

naan in *Connecticut* gefundene angeblich gediegene Eisen ist nicht als meteorisch befunden worden, sondern als ein, nicht näher bestimmtes Eisenerz, das weder Nickel, noch Kupfer, noch Blei enthält, und einen schmalen Gang im Glimmerschiefer bildete. S. Burrall, Lee und Shepard in Silliman's *American Journal, Vol.* 12 *No.* 1 *p.* 154; daraus in Ferussac, *Bull. des Sc. natur. T.* 13 *p.* 53.

Zu den meteorischen Eisenmassen, deren Herabfallen in sehr alter Zeit erfolgt zu seyn scheint, gehört auch die eiserne Keule im Lamakloster *Sera* in *Tibet*, die als ein Heiligthum aufbewahrt und verehrt wird. Ausführlicher davon s. im *Nouveau Journal Asiatique, T.* 4. *Paris* 1829, und daraus in diesen *Annalen, Bd.* 18 (94) *S.* 622.

Von dem schwarzen Stein in der *Kaaba* zu *Mekka*, der höchstwahrscheinlich auch eine meteorische Stein- oder Eisenmasse ist (Chladni, *Feuermeteore, S.* 184), findet man eine Schilderung seines Aeufseren in Burkhardt, *Travels in Arabia, London* 1829, *p.* 137.

III. Nachrichten von herabgefallenen Substanzen, die von Meteorsteinen und Gediegen-Eisenmassen verschieden sind.

1827. 17. October fiel im Bezirk von *Riev*, im Russischen Gouvernement *Twer*, ein starker Schnee auf einer Strecke von ungefähr zehn Werst um das Dorf *Pokrolf*. Mit diesem Schnee erschien eine wunderbare Menge schwarzer, geringelter Würmer $\frac{3}{4}$ Wertschock lang. Der Kopf dieser Thiere war platt und glänzend, hatte Fühlhörner und Haare in Form von Schnurbärtchen; der Körper vom Kopf an bis ungefähr $\frac{7}{8}$ der Länge glich einem schwarzen Sammtband. Sie hatten auf jeder Seite drei Füfse, mit denen sie sich fest an den Schnee zu klammern schienen; auch hingen sie haufenweise an Pflanzen und in Löchern von Bäumen und Gebäuden.

geblieben war. Im Wasser schwamm
ob ihnen kein Leid widerfahren wär
man in einen warmen Raum brachte,
Minuten. — *Edinburgh Journal of sci.*
citirt *Journal de St. Petersburg*, 182
vember 14.). Die Beschreibung der T
genügend, als dafs man daraus abnel
cher Gattung sie angehörten.

1829. October 1 und 2. Südlich
den am 1. auf den zur Bleiche ausg
feln, nach vielem Regen, rothbräunliche
aller kleinen in den Tafeln befindli
bemerkt, und ein ähnlich gefärbtes W
selben.

Am 3., da neue Wachstafeln ausg
ren, und es in der Nacht wieder ge
man Morgens eben solche Flecke in
stärker, als am ersten Tage. Auf
nördlich von der Stadt war dieselbe
genommen worden; ja sogar zu *Versa*
Tage.

Eine chemische Untersuchung de
stanz, von Fougeron vorgenommen,

Der Berichterstatter fragt: ob dieser Stoff etwa von den ochrigen Felsarten von *Vierzon* durch Wind herbeigeführt worden seyn könnte? und meint, dafs diefs durch die Wiederholung der Erscheinung während zwei Tagen, und durch die grofse Ausdehnung des Landstrichs, auf dem sie sich gezeigt habe, minder wahrscheinlich werde. Der Wind war am 1. October zu *Orléans* NO., ein oberer Wind aber blies aus S. oder SW. — *Annales de chim. et de phys. T.* 45 *p.* 419, citirt *Annales de la Soc. roy. des sciences d'Orléans, T.* 2 *No.* 1.

1830. Mai 16 und 17. In einem grofsen Theile von Italien, von *Neapel* an bis nach *Siena*, fiel bei Scirocco-Wind (Süd-Ost) eine Art von Staub- oder Sand-Regen. In und um Neapel herrschte in diesen Tagen eine wahre Verfinsterung der Luft, und man fand alle Bäume, Dächer, Balcone mit einem röthlichen, kalkartigen Staube bedeckt. Dieselbe Erscheinung zeigte sich in *Rom*, in den *Marken*, in *Siena* und in *Lucca*. Die Blätter der Maulbeerbäume mufsten sorgfältig von diesem darauf sitzenden Staube gereinigt werden, ehe man sie den Seidenwürmern vorlegte.

Manche glaubten, der gefallene Staub könne von dem Ausbruche eines der Italiänischen Vulcane herrühren. Es ergab sich aber bald, dafs ein solcher Ausbruch um jene Zeit nicht stattgefunden hatte. Die Nachrichten aus Sicilien ergaben vielmehr, dafs auch dort vom 15. an ein glühender, austrocknender und bis zum Orcan gesteigerter Scirocco geweht und mehrere Tage angehalten hatte, wobei die Luft so trübe erschien, dafs in Palermo die den Horizont der Stadt umgebenden Berge nicht gesehen werden konnten, und der Himmel feuergelb aussah. — *Preufs. Staatsz.* 1830, *No.* 158 *Beil. S.* 1195, *No.* 165 *Beil. S.* 1252, *No.* 169 *S.* 1282. — *Moniteur*, 1830, *No.* 198 *S.* 779.

Mehrere Umstände, insbesondere der, dafs im südlichen Sicilien der röthliche Staub in der gröfsten Menge

ıen seyn.

Der im J. 1830 in *Sien*
Giuli chemisch untersucht wo
nen Bestandtheile waren:

Ein organisch-vegetal
kohlensaures Eisen,
Mangan,
kohlensaurer Kalk,
Thonerde;
Kieselerde.

Annales de chim. et de phys. T

1830. December 13 oder 1
pläki im *Birskischen Kreise* de
burg. Nachdem es den 13. de
hatte, schneiete es, und mit de
zahl kleiner, schwarzer, spring
Luft herab. Um Mitternacht h
Nordwest donnern, hierauf trat
Am 15. war der Himmel merkli
mometerstand —10°. *Preuſs.* S
S. 311, und *No.* 121 S. 877.

tags und Abends wüthete ein heftiger Orcan, anfangs aus NO., zuletzt aus SW., und dicke schwarze Wolken überzogen den Himmel. Gegen 10 U. Ab. fing der Regen an in Strömen herabzufallen. Am Morgen des 7. gegen 2 Uhr sah Hr. Auber mehrere Feuerkugeln über dem Meere, von denen einige sich bewegten, andere still standen. Eine davon erschien über dem Gipfel des Berges *Realejo*, und machte den Beobachter glauben, dieser erloschene Vulcan beginne einen Ausbruch; aber bald bewegte sich auch dieser Feuerball gleich den andern über der Meeresfläche hin.

Diese Feuerkugeln schienen sich gegen SW. zu bewegen und der Richtung der Wellen zu folgen. Das Licht, welches sie verbreiteten, erhellte die Atmosphäre bis zur Höhe von 45°, und obgleich der Beobachter drei (engl.) Meilen davon entfernt war (von der Seeküste?), so war es doch bei ihm so helle, dafs er kleinen Druck lesen konnte. Man hörte Detonationen. Die Menge der Feuerkugeln nahm von halb zwei Uhr bis vier Uhr zu, dann verminderte sie sich. Hr. Auber zählte einmal deren vierzehn, die zu gleicher Zeit in Bewegung waren; aber der Himmel war auf einer Seite, wo Gebäude die Aussicht versperrten, so erleuchtet, dafs er dort noch mehrere vermuthete. Jeder Feuerball bestand 1 bis 5 oder 6 Minuten, selten länger, und sein scheinbarer Durchmesser war der des vollen Mondes, wenn er im Zenith steht. Wenn sie sämmtlich verschwunden waren, trat die dickste Finsternifs ein, so dafs er die nächsten Häuser nicht sehen konnte, da doch, wenn eine Viertelstunde später neue Feuerkugeln entstanden, er die fast 60 Meilen entfernte Insel *Palma* erkannte. Der Regen fiel während der Erscheinung dieser Meteore ununterbrochen.

Es war erzählt worden, eines derselben sey am Fufse des Berges von *Tigayga* niedergefallen und habe ein tiefes Loch in der Erde gemacht; eine Nachforschung des-

... mehrere Faden (

die Höhen am Thale gezogen sey.

Diese Erscheinung, deren Sch lehrend wünschen möchte, als sie wohl mehr zu den rein elektrisch Wasserhosen u. s. w. gehören, al welche mit den Sternschnuppen i werden.

1829. 26. September kurz v eine Feuerkugel zugleich in *Brem* gesehen. In *Bremen* sah man sie Horizont zustürzen; sie erlosch o *Aquilae*, und ein heller milchfar Schweif blieb noch über 6 Minut das Ansehen hatte, wie ein zu dem gehörender Cometenschweif; der un etwa bei φ aufhörend, der obere T ε Sagittar. hinaus, so dafs die Läng *Düsseldorf* sah man das Meteor vor Mitternacht, ebenfalls mit dem benden Schweif; dieser zeigte sich bogenförmig.

Olbers berechnet aus den

1830. März 14. Zu *Freiburg* (im *Breisgau?*) entstand zwischen 8 und 9 Uhr Abends bei reinem gestirnten Himmel und schwachem Ostwinde plötzlich eine Helle, die die Gegend umher erleuchtete, und von einem Meteor herrührte, das zu den seltenern gehört. Es zeigte sich in der Luft eine Feuerkugel, die in der Richtung von SO. nach NW. mit weifsem blendenden Glanze in höchster Schnelligkeit dahinfuhr, und ihren ganzen Weg mit einem rothen sprühenden Funkenschweife bezeichnete. Sie war im Durchmesser drei Viertel so grofs als der volle Mond, schien in der Höhe der höchsten Wolken zu schweben, und ihr fast horizontaler Lauf senkte sich deutlich der Erde zu, bis sie endlich mit einem stärkeren Schimmer unter Sprühen rother Funken erlosch. Die ganze Erscheinung dauerte kaum 4 Secunden, und mufs ihrer Höhe und Stärke nach weit umher bemerkbar gewesen seyn. — *Preufs. Staatszeitung,* 1830, *No.* 87, *Beil. S.* 623.

1830. December 6. Bei *Minden* sahen Abends zwei junge Männer sich plötzlich von einem hellen Feuer umgeben, das, knisternd und flackernd, mit Strahlen, deren manche Armes Dicke und Länge hatten, sich dicht an ihre Kleider legte, eben so die nahe stehenden Bäume umgab, und über diese hinauf in die Luft reichte. Sie hatten kein besonderes Geräusch beim Entstehen der Erscheinung bemerkt, fühlten auch keine Unbequemlichkeit, aufser einem Kribbeln im Gesichte und einem Emporsträuben der Haare, als ob sie ausgerissen würden. Die Dauer der Erscheinung wird nach dem Wege der Beobachter längs dreier Bäume an der Chaussee angegeben, und da diese ungefähr 24 Fufs von einander abstehen, auf eine halbe Minute geschätzt. Plötzlich traten sie aus dem Feuer heraus, und es war verschwunden. Diese Lichterscheinung war von Anderen in dem Dorfe (*Dützen,* 100 Schritt von der Erscheinung) bemerkt, und für den Brand eines in der Richtung desselben stehenden Hau-

ses gehalten worden. Auch auf dem *Bückeburger Kins*, eine halbe Meile östlich von *Minden*, und fast 1 Meile von *Dützen*, hatte man den Schein bemerkt. Es sollen an demselben Abende in mehreren Gegenden Lichterscheinungen bemerkt worden seyn. — *Preufs. Staatsz.* 1830, *No.* 354, *Beil. S.* 2760. — *Dorfzeitung*, 1830, *No.* 240. *p.* 960, *und* 1831, *No.* 3 *S.* 11. — Dafs diese Erscheinung eine ganz elektrische gewesen ist, eine Art von St. Elmsfeuer von aufserordentlicher Stärke, möchte wohl aufser Zweifel seyn, das besonders Merkwürdige davon ist theils die Jahreszeit, in welcher sie sich ereignet hat, theils der Umstand, dafs sie nur einen beschränkten Raum traf; da die Erscheinungen des Elmsfeuers gewöhnlich auf einem weiten unter den Gewitterwolken hin verbreiteten Raum sichtbar sind. Von der Beschaffenheit der Atmosphäre enthalten die Berichte über diese Begebenheit Nichts; man kann daher die Umstände nicht beurtheilen, welche eine so heftige elektrische Quasten-Ausströmung an einem Punkte der Erdfläche veranlafst haben können. In Thüringen war am 6., und die Tage vor und nachher viel stark feuchtender Nebel, und das Thermometer hielt sich 1 bis 2 Grade über dem Gefrierpunkte.

1830. December 12. bis 13. Bei *Heiligenstadt* auf dem *Eichsfelde* in einem etwas sumpfigen Wiesenthale wurden in dieser Nacht in kurzer Zeit an 40 Feuerkugeln bemerkt, welche beim Entstehen einen Blitz verbreiteten, sich mit einem zischenden Geräusch südöstlich bewegten, sich öfters durchkreuzten und beim Niederfallen den Schein eines Sterns von sich gaben. Mehrere derselben verbreiteten beim Zerstieben Regenbogenfarben. — *Preufs. Staatsz.* 1830, *No.* 354, *Beil. S.* 2760. — *Dorfz.* 1830, *No.* 240 *p.* 960.

1830. December 14. Gegen 8 Uhr Abends sah man zu *Warschau* an der Nordseite des Horizontes ein Meteor; welches einem Brande so ähnlich war, dafs man die

die Sturmglocken lautete. Es dauerte ungefähr 5 Minuten. — *Preufs. Staatsz.* 1830, *No.* 351 *S.* 2718.

1831. Januar 1. Zu *Storkyro*, *Wasalän* in *Finnland*, zeigte sich Morgens im Osten eine Feuerkugel von ansehnlicher Gröfse und von ovaler Form, die den dunkeln Horizont plötzlich mit einem hellen Feuerschein beleuchtete. Das Meteor war von einem Brausen in der Luft begleitet, das etwa eine halbe Minute währte, und endete mit einem heftigen Knall, ähnlich einem Kanonenschufs. — *Preufs. Staatsz.* 1831, *No.* 53. *S.* 433.

1831. Januar 28. Wurde zu *Gotha* Abends zwischen 8 und 9 Uhr eine Feuerkugel gesehen. Der Augenzeuge, von welchem ich diese Nachricht erhielt, ein angesehener Staatsdiener, gebildeter und glaubwürdiger Mann, machte mir davon folgende Beschreibung. Er befand sich in einer nach dem Residenzschlosse führenden Alleen, und wurde, ungeachtet der Vollmond am heiteren Himmel stand und die Erde mit Schnee bedeckt war, durch eine plötzlich vermehrte Hellung um ihn her, da der Boden ihm ganz feurig erschien, aufmerksam gemacht. Er sah darauf einen feurigen Körper mit feurigem Schweife am Himmel, ungefähr in der Richtung von Süd nach Nord, dicht unter dem Monde vorbeiziehen, und nach etwa 3 bis 4 Secunden zerspringen, so dafs Funken umherzusprühen schienen, wobei besonders eine kleine Leuchtkugel sich von der gröfseren abzusondern schien. Das Licht dieses Körpers war viel glänzender als das des vollen Mondes, und so weifs, wie das weifseste bei künstlichen Feuerwerken vorkommende Licht. Von Geräusch wurde nichts vernommen.

1831. October 19. bis 20. 3 Uhr Morgens wurde zu *Höpsigheim*, im *Würtembergischen* Oberamte *Marbach*, bei völlig heiterem Himmel eine Feuerkugel beobachtet. Sie war von der Gröfse des Vollmondes, wie dieser beim Aufgehen erscheint, zog, von N.W. kommend, mit starkem Zischen, Funken um sich sprühend, und einen

kugel, die sich durch ihre wachsende Gröfse und Helle von den Sternen un scheine nach Funken sprühte, und nac wechselsweise in die Höhe und herunt einem elektrischen. (?) Knall zersprang 1831, *S.* 943.

IV. *Krystallisirter wasserhaltigi Kalk.*

In einem Aufsatz, welcher den Zwe dafs man die Zuckermenge im Runkelr bei dessen Gährung entwickelten Alk men könne (da dieser Saft nur, wei verändert worden, Mannazucker, sons zucker enthält), macht Hr. Pelouze g merkung, dafs eine Zucker-Kalk-Auf chentlichen Stehen an der Luft rhomb absetzt, die aus 1 At. kohlens. Kalk i bestehen, vom Wasser aber zersetzt *chim. et de phys. T.* 47 *p.* 420). –

V. *Ueber die Verbindungen, welche durch die Einwirkung des Chlors auf Alkohol, Aether, ölbildendes Gas und Essiggeist entstehen; von Justus Liebig.*

Die Bildung und Zusammensetzung des ölartigen Körpers, welcher durch die Einwirkung des Chlors auf Alkohol entsteht, hat neuerdings die Aufmerksamkeit mehrerer Chemiker beschäftigt.

Ich erwähne unter diesen nur der Arbeiten von Morin *) und Pfaff **), welche den Zweck hatten, diesen Gegenstand aufzuklären.

Bei diesen Arbeiten ist ein einziger Umstand die Ursache gewesen, dafs der vorgesetzte Zweck nicht erreicht worden ist, auch nicht erreicht werden konnte; und diefs war die Voraussetzung, auf deren Unwahrscheinlichkeit Berzelius vielfach hingewiesen hat, dafs nämlich der Körper, welcher aus dem Alkohol entsteht, identisch sey mit demjenigen, den man erhält, wenn man Chlor und ölbildendes Gas zusammenbringt.

Schon wenn man die physischen Eigenschaften beider Körper vergleicht, ist es unmöglich über ihre chemische Verschiedenheit in Zweifel zu seyn; es giebt wohl kaum zwei Flüssigkeiten von gröfserer Unähnlichkeit.

Eben so darf man nur die physischen Eigenschaften des Oels vom ölbildenden Gase mit denen des ölartigen Körpers, der aus dem Aether durch die Einwirkung des Chlors entsteht, vergleichen, um die Unrichtigkeit von Morin's Schlufs darzuthun, dafs diese beiden unter sich und mit dem sogenannten schweren Salzäther identisch seyen.

*) Diese Annalen, Bd. XIX (95) S. 61.

**) Schweigger's Journ. Bd. XV. S. 204.

einen von dem Oel des ölbildenden
schiedenen Geruch, sein Geschmack
dringend campherartig, und er wird
mit Leichtigkeit zersetzt; das Produc
ein anderer ölartiger Körper und e
Materie, die mit dem Kali verbunde
felsäure kalt vermischt, entwickelt e
von salzsaurem Gas; beim Erwä
schwarz, und die Schwefelsäure von a
gallertartig.

Das specifische Gewicht und d
ner bei dem Oele ganz anders, wie
schweren Salzäther.

Im Verlaufe dieser Arbeit habe
Verschiedenheiten noch näher zu b
mich daher, hier einiger Producte
verschiedene Chemiker bei der B
Salzäthers beobachtet haben. Thén
Berthollet (*Mém. d'Arcueil, T.*
wähnt der Bildung von Essigsäure. I
ger-Seidel's Jahrbuch, Bd. LV S.
des Essigäthers bei der Bildung des

ren Salzäther hervorgehoben; sie halten aber den letzteren Körper mit dem aus Aether unter denselben Umständen erzeugten öligen Körper für identisch.

Die irrigen und widersprechenden Ansichten, welche man über die Natur dieser Körper und die Zersetzung des Alkohols überhaupt ausgesprochen hat, veranlafsten mich verschiedene Male, eine Untersuchung über diese Gegenstände aufzunehmen; allein die Mannigfaltigkeit der Producte, die ich entstehen sah, so wie vielleicht der falsche Weg, den ich damals einschlug, waren Ursache, dafs ich sie nicht weiter verfolgte. Mit dem Vorsatze, diese Vorgänge genauer kennen zu lernen, suchte ich mir vor Allen eine genaue Kenntnifs derjenigen Körper zu verschaffen, die möglicherweise bei der complexen Wirkungsweise des Chlors, die sich theils als wasserstoffentziehend, theils als oxydirend zu erkennen giebt, entstehen konnten.

Nichts lag in dieser Hinsicht näher, als die Vermuthung, dafs Döbereiner's Sauerstoffäther hierbei eine Rolle spiele. Ich habe ferner eine Untersuchung des Oels vom ölbildenden Gase vorgenommen, und bin durch den Calcul, der sich auf die, wie man später sehen wird, durchaus unrichtigen Versuche über den Essiggeist von Mateucci stützte, veranlafst worden, auch diesen Körper unter den Producten des durch Chlor zersetzten Alkohols zu vermuthen. Auf diese Weise sind die folgenden Versuche über den Essiggeist entstanden.

Von diesen Untersuchungen erwähne ich vorläufig nur der über die Natur des Sauerstoffäthers, weil sie in dem Verlauf dieser Arbeit nicht mehr vorkommen werden.

Ueber den sogenannten Sauerstoffäther.

Die Art der Entstehung des Sauerstoffäthers, seine Beschaffenheit und Zusammensetzung, so wie sie von Döbereiner angegeben worden ist, mufste die Vermuthung rege machen, dafs dieser Körper sehr leicht durch

die oxydirende Wirkung des Chlors auf den Alkohol entstehen könne, und dafs er vielleicht in dem schweren Salzäther enthalten sey; eine Voraussetzung, die mir sehr wahrscheinlich vorkam, in welcher ich mich aber zu meinem Leidwesen betrogen fand.

Zur Darstellung desselben wurde, genau nach dem von Döbereiner angegebenen Verhältnifs, absoluter Alkohol mit Schwefelsäure und Braunstein vermischt und gelinde erwärmt; die sich entwickelnden flüchtigen Producte wurden durch eine sehr lange Glasröhre geleitet, und konnten vollkommen verdichtet werden. Bei der ersten Einwirkung der Wärme kam die Mischung plötzlich in's Sieden; es entwickelte sich eine Menge dicker, weifser Dämpfe, die sich zu zwei Flüfsigkeiten verdichteten, von der die eine, und zwar die an Quantität geringere, sich in Gestalt von schweren öligen Tropfen auf dem Boden sammelte.

Diese schwere Flüssigkeit, welche Döbereiner (Schweigg. Journal, Bd. 32 S. 269 und 270) *schweren Sauerstoffäther* nennt, hat derselbe einer Analyse, durch Verbrennung mit Kupferoxyd, unterworfen, und sie aus

Kohlenstoff	37,5
Wasserstoff	6,95
Sauerstoff	55,55

zusammengesetzt gefunden.

Bekanntlich hat Gay-Lussac die Versuche von Döbereiner wiederholt, und aus den seinigen den Schlufs gezogen, dafs dasjenige, was Döbereiner schweren Sauerstoffäther nennt, nichts weiter als das längst gekannte Weinöl sey.

Döbereiner hat diesen Schlufs für unrichtig erklärt, und die Eigenthümlichkeit dieses Körpers durch weitere Versuche zu bestätigen gesucht.

Bei den Analysen organischer Substanzen wird der Sauerstoff, wie man weifs, nicht direct bestimmt, sondern

das an den bestimmbaren Elementen Fehlende wird meistens als Sauerstoff in Rechnung gebracht.

Auf dieselbe Weise hat es nun Döbereiner bei seiner Analyse des Sauerstoffäthers gehalten, da er in diesem Körper, auch wenn er geglaubt hätte, dafs es Weinöl sey, damals keine Schwefelsäure vermuthen konnte.

Jetzt aber, wo diese Thatsache, dafs nämlich das Weinöl Schwefelsäure enthält, aufser allem Zweifel ist, läfst sich die Frage, ob der schwere Sauerstoffäther Weinöl sey oder nicht, sehr leicht entscheiden.

Vergleicht man in der That die Analyse des Sauerstoffäthers mit der des Weinöls, so findet man in beiden eine überraschende Aehnlichkeit. In dem ersteren hat nämlich Döbereiner 55,55 Sauerstoff gefunden, und in dem letzteren sind genau 55,614 Schwefelsäure nachgewiesen worden. Diefs ist schon ein Beweis für die Richtigkeit von Gay-Lussac's Versuchen; ein anderer Beweis, welcher diese aufser allen Zweifel setzt, ist der, dafs wenn der sogenannte schwere Sauerstoffäther mit Wasser und kohlensaurem Baryt digerirt wird, er völlig verschwindet, und man eine Menge sehr wohl charakterisirten weinschwefelsauren Baryt erhält.

Auch ist der Geruch und Geschmack des sogenannten schweren Sauerstoffäthers unverkennbar der nämliche, wie der des Weinöls.

In einer andern Mittheilung (Schweigg. Journal, Bd. 34 S. 124) bemerkt Döbereiner, dafs man

»als Product der Destillation von Alkohol, Schwefelsäure und Braunstein erhalte: 1) schweren Sauerstoffäther, 2) eine aus Wasser, Essigsäure und etwas Alkohol bestehende Flüssigkeit. Beide werden von einander gesondert; unterwirft man den schweren Sauerstoffäther der Destillation, so erhält man als Product eine neue Flüssigkeit, den sogenannten *leichten Sauerstoffäther.*«

Leider hat uns Döbereiner über die Eigenschaf

bracht werden können, indem er ge
angabe der Eigenschaften der von
per sich den unrechtmäfsigen Vortl
sagen zu können, dafs man den K
nicht in Händen gehabt habe.

In einer späteren Notiz (Schw
S. 327) beschreibt Döbereiner
des Sauerstoffäthers, und zwar in d
thümlichkeit desselben darzuthun;
völliger Ungewifsheit, ob sie dem
ten Sauerstoffäther angehört:

»Wenn man nämlich die Flüssi
schweren ölartigen Körper schwin
sung von Kali in Weingeist vern
nenlicht preis giebt oder zum Sie
sie in ein braungelbes Harz verw
beim Vermischen der Flüssigkeit n
det; eine Erscheinung, die weder d
Schwefeläther bei gleicher Behand

Ich wiederhole es, dafs Döbe
sich weder mit dem leichten noch
äther, sondern mit der, Alkohol un

Ich habe die Flüssigkeit, die über dem Weinöl schwimmt, über eine grofse Menge Chlorcalcium abgezogen. Beim Hinzufügen von Wasser zu dem Destillate schied sich eine leichte ätherartige Flüssigkeit ab, die zwar anfangs den Geruch und Geschmack des Schwefeläthers nicht besafs, die aber beide, so wie die übrigen Eigenschaften dieses Körpers erhielt, als das Waschen vervielfältigt wurde.

Diese leichte ätherartige Flüssigkeit, welche, wie bemerkt, unverkennbar Schwefeläther war, zeigte sich auch noch darin als solcher, dafs sie durch Kali weder im Sonnenlicht, noch in der Wärme in die braune harzige Substanz verwandelt wurde. Man kann demnach nicht zweifelhaft darüber seyn, dafs weder der leichte, noch der schwere Sauerstoffäther als solche existiren; dessen ungeachtet ist die Erzeugung des harzartigen Körpers eine Thatsache, allein sie gehört nicht den Körpern an, zu deren Charakteristik sie Döbereiner benutzt hat.

Die Flüssigkeit nämlich, welche über dem Weinöl schwimmt, und aus welcher der Schwefeläther geschieden worden ist, reagirt sauer, und enthält eine flüchtige Substanz von höchst unangenehmen Geruch, der noch mehr hervortritt, wenn man eine Auflösung von Kali zusetzt. Auch ist dieser Körper in dem Wasser enthalten, über welchem der abgeschiedene Aether schwimmt, und mit dem man denselben gewaschen hat.

Mit Kali erwärmt, schlägt sich, durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure und Wasser, ein harzähnlicher Körper in bräunlichen Flocken nieder.

Diese flüchtige Substanz, von welcher wir nichts kennen, als den Geruch und das erwähnte Zersetzungsproduct, könnte man nur mit Unrecht den so charakteristischen Namen Sauerstoffäther geben.

Döbereiner hat die Bildung dieses Körpers auch beobachtet, als er Weingeist mit Platinschwarz und Sauerstoff in Berührung brachte. In meinen Versuchen über

same Verbrennung des Aethers u
deten Aether- oder Lampensäure
Aehnlichkeit zwischen beiden so
leicht geneigt ist, sie für identisch
Fall bedarf diese Substanz, wenn
was ich nicht glaube, einer ausführli

Wirkung des Chlors au

Wenn man Chlorgas durch Al
det sich bekanntlich nach einiger Ze
tige Flüssigkeit ab, von welcher m
wenn man die darüberstehende Fl
vermischt.

Dieser ölartige Körper vermind
aufserordentlich, wenn man die dar
keit mit Wasser wiederholt schüttel

Dasjenige, was hier zurückbleib
ser nicht mehr aufzulösen scheint,
wöhnlich mit dem Namen: schwerer

Man erhält diesen Körper sogl
fenheit, in welcher er hier beschrieb
Weingeist, Schwefelsäure, Braunstei

als sich die Flüssigkeit mit Salzsäure sättigt, welche durch die Einwirkung des Chlors gebildet wird, und ist sie in der That damit gesättigt, so hört die Absorption des Chlors ganz auf; die Flüssigkeit nimmt alsdann eine gelbe oder grasgrüne Farbe an.

Man bemerkt ferner, dafs, wenn man einen reineren Alkohol nimmt, die Menge der sich abscheidenden öligen Substanz geringer wird; diese verändert sich in dem Grade, dafs wenn absoluter Alkohol genommen und das Chlor vorher durch eine Röhre mit Chlorcalcium geleitet worden ist, man durchaus keine Scheidung in der Flüssigkeit bemerkt.

Man sieht leicht, dafs diese Abscheidung darauf beruht, dafs das mit salzsaurem Gas gesättigte Wasser des Alkohols von dem neugebildeten Producte sich trennt, indem es darin unauflöslich ist.

Selbst wenn der Alkohol so weit mit Chlor gesättigt ist, dafs er sich färbt, so ist die Zersetzung desselben noch lange nicht beendigt.

Wenn man diese gelb oder grün gefärbte Flüssigkeit gelinde erwärmt, so entfärbt sie sich sogleich und kommt zuweilen plötzlich in heftiges Sieden; diefs dauert einige Augenblicke, es entwickelt sich dabei eine Menge von salzsaurem Gas und eine beträchtliche Menge von leichtem Salzäther, der sich durch Eis verdichten läfst. Wenn man nun so lange erhitzt hat, bis sich keine gasförmige Salzsäure mehr entbindet, so nimmt alsdann die Flüssigkeit eine grofse Menge Chlor wieder auf, und es bildet sich auf's Neue eine entsprechende Menge Salzsäure, diefs geht so lange fort, bis sie wieder mit Salzsäure gesättigt ist, alsdann hört die Absorption des Chlors wieder auf, und es tritt gelbe oder grüne Färbung ein; erhitzt man nun die Flüssigkeit auf's Neue, so wiederholen sich dieselben Erscheinungen.

Es ist klar, dafs die Operation sehr vereinfacht wird, wenn man den Alkohol bei dem Hindurchleiten von Chlor

stets heifs erhält; es geht ferner daraus hervor, dafs man bis jetzt noch keine vollständige Zersetzung des Alkohols erreicht hat, denn sie ist nie bis zu dem Punkte getrieben worden, wo die Salzsäurebildung aufhörte.

Ich werde in dem Folgenden zu zeigen suchen, dafs bei einer vollkommenen Zersetzung des Alkohols das Chlor den Wasserstoff desselben abscheidet und an die Stelle desselben tritt; es entsteht eine Verbindung von Chlor, Kohlenstoff und Sauerstoff, welche ich, indem ich keinen zweckmäfsigeren Namen weifs, vorläufig *Chloral* nenne. Dieser Name ist, wie man leicht ersieht, dem Worte *Aethal* nachgebildet.

Darstellung des Chloral.

Unsere gewöhnlichen Apparate, die Woulfischen Flaschen, zur Sättigung einer Flüssigkeit mit einem Gas, sind, wenn dieses nicht mit Begierde aufgenommen wird, höchst unvollkommen, wenigstens läfst sich mit ihnen der vorgesetzte Zweck nicht erreichen. Ich habe zu diesen Versuchen einen besonderen Apparat angewendet, welcher zu einer Menge von Versuchen höchst bequem ist; ich habe eine Zeichnung davon beigelegt, die ich nicht näher beschreibe, weil Jedermann sieht, auf welchem Grundsatz die Construction beruht *). Die weite Röhre hat etwa fünf Viertelzoll im Durchmesser, und fafst, ganz gefüllt, anderthalb Pfund Wasser. Die ursprüngliche Idee, lange Röhren zur Absorption von Gasen durch Flüssigkeiten anzuwenden, gehört, wie man weifs, Gay-Lussac an.

Man füllt die weite Röhre etwa zur Hälfte mit absolutem Alkohol, und zwar mittelst der geradaufstehenden Röhre, die so weit seyn mufs, dafs man einen Korkstöpsel bequem darin befestigen kann.

Man leitet durch den Alkohol Chlorgas, welches

*) Die Zeichnung wird dem nächsten Hefte dieser Annalen beigelegt werden. *P.*

vorher durch eine andere mit Chlorcalcium gefüllte Röhre ausgetrocknet wird; da er sich anfänglich stark erhitzt, so mufs man die Röhre beständig abkühlen, indem man einen dünnen Wasserstrahl darauf fallen läfst, oder sie mit nassem Papier umgiebt, das man von Zeit zu Zeit wechselt.

Versäumt man im Anfange den Alkohol abzukühlen, so entsteht mit jeder Blase Chlorgas in der Flüssigkeit eine gelbrothe Flamme, und er wird durch Kohle, die sich absetzt, geschwärzt.

Wenn man bemerkt, dafs sich die Absorption des Chlors vermindert, oder dafs der Alkohol sich gelb färbt, so stellt man unter die geneigte weite Röhre einen kleinen Ofen mit glühenden Kohlen, und fährt mit dem Hineinleiten des Chlors so lange fort, bis man an dem entgegengesetzten Ende des Apparates keine Salzsäure mehr entweichen sieht. Man nimmt zu diesem Ende das Gefäfs mit Wasser hinweg, in welches die Röhre taucht. Man kann diefs Gefäfs überhaupt während des Verlaufs der ganzen Operation nicht entbehren, weil die Menge der Salzsäure so grofs ist, dafs man sie, ohne der ganzen Umgebung höchst beschwerlich zu fallen, nicht in die Luft entweichen lassen darf.

Zuletzt, wenn die Salzsäureentbindung schwächer wird, mufs man den Alkohol dem Siedepunkte beständig nahe halten. Man sieht in der Stellung des ganzen Apparates, dafs die Dämpfe, welche sich beim Erhitzen der Röhre bilden, nicht verloren gehen; sie verdichten sich in dem oberen leeren Theil der weiten und in der kleineren Verbindungsröhre, und fliefsen zu der übrigen Flüssigkeit wieder zurück.

Um einen ungefähren Maafsstab zu geben, wieviel Zeit dazu gehörte, um etwa acht Unzen Alkohol vollkommen zu zersetzen, erwähne ich noch, dafs zur Beendigung des Versuchs in den kurzen Novembertagen 11 bis 13 Tage erforderlich waren; während dieser Zeit

wurde die Retorte, welche etwa zwei Pfund der Chlormischung fafste, acht bis zehn Mal gewechselt.

Unter den Producten, die bei der Zersetzung des Alkohols entweichen, habe ich durchaus nichts wie Salzsäure und leichten Salzäther bemerkt; weder Kohlensäure, noch Essigsäure, noch Essigäther konnten wahrgenommen werden.

Nach Maafsgabe als die Zersetzung des Alkohols vorschreitet, wird er immer consistenter, und sein Siedpunkt erhöht sich. Wenn man ihn zuletzt erkalten läfst, hat man eine schwere syrupdicke Flüssigkeit, welche nach einigen Tagen gänzlich zu einer weichen, sehr weifsen Krystallmasse erstarrt. Diese Krystalle bestehen aus Chloral, in Verbindung mit Wasser, und gemengt mit geringen Quantitäten unzersetzten Alkohols und anhängender Salzsäure.

Um das Chloral von diesen Beimischungen abzuscheiden, erhitzt man die erwähnte krystallinische Masse bis zum völligen Schmelzen; sie wird alsdann mit dem 4 bis 6fachen Volume Schwefelsäure gemengt und heftig zusammengeschüttelt. Das Chloral setzt sich über der Schwefelsäure in Gestalt eines farblosen und durchsichtigen Liquidums ab, welche Abscheidung durch gelindes Erwärmen der Schwefelsäure sehr erleichtert wird.

Man nimmt mit einer trocknen Pipette das Chloral von der Schwefelsäure ab, und vermischt es auf's Neue mit dem drei- bis vierfachen Volume derselben Säure.

Das auf's Neue abgeschiedene Chloral wird alsdann über reinem Baryt rectificirt, oder über etwas Kalk, den man erst mit Wasser zu Hydrat gelöscht, und alsdann wieder heftig ausgeglüht hat. In diesem Zustande hat man das Chloral ziemlich rein; absolut rein ist es aber noch nicht, denn es enthält immer noch Spuren von Wasser und Alkohol, die man nur durch fortgesetzte Behandlung mit Schwefelsäure entfernen kann.

Bei dieser mechanischen Behandlung mit Schwefel-

säure geht keine Veränderung der Farbe vor sich, man bemerkt keine Schwärzung und keine Wärmeentwickelung.

Die Operationen, welche hier beschrieben worden sind, müssen in gut verschlossenen Gefäfsen vorgenommen werden. Nimmt man dazu Schwefelsäure, die etwas mehr Wasser enthält, als sie als Hydrat aufnimmt, so mufs das sich abscheidende Chloral, sogleich nachdem es sich aufgehellt hat, abgenommen werden. Versäumt man diese Vorsicht, so sieht man auf einmal alles Chloral in eine weifse, feste, im Wasser und Weingeist ganz unauflösliche Masse verwandelt, in welcher es alle seine Eigenschaften verloren hat. Man mufs jedenfalls die Abscheidung so schnell als möglich vornehmen, wenn man über den Concentrationsgrad der Schwefelsäure ungewifs ist.

Um zu sehen, ob durch die Wirkung des Chlors auf Alkohol noch andere Producte als die erwähnten gebildet werden, habe ich die Schwefelsäure, welche zum Reinigen des Chlorals gedient hatte, genau untersucht; sie enthielt aber aufser etwas Alkohol und Weinschwefelsäure nichts, was dieser Voraussetzung entsprochen hätte. Mit kohlensaurem Baryt neutralisirt, erhielt man daraus eine geringe, aber sehr wohl krystallisirte Menge weinschwefelsauren Baryts.

Eigenschaften des Chlorals.

Nach dem Vorhergehenden ist das Chloral eine wasserhelle Flüssigkeit, die sich fettig anfühlt und auf Papier Fettflecken macht, die aber sehr bald verschwinden. Sein specifisches Gewicht bei 18° C. ist 1,502; es siedet bei 94° C., und läfst sich ohne Veränderung destilliren. Sein Geruch ist durchdringend, die Augen zu Thränen reizend, eigenthümlich. Geschmack besitzt es keinen, oder einen schrumpfenden, fettigen; es löst sich in Wasser leicht in grofser Menge und ohne Rückstand auf.

Läfst man einige Tropfen Chloral in Wasser fallen, so sinken sie sogleich in Gestalt einer öligen Flüssigkeit zu Boden. Erwärmt man das Wasser gelinde, so lösen sie sich sogleich auf. Diese Auflösung besitzt keinen hervorstechenden Geschmack, aber der unveränderte Geruch des Chlorals tritt sogleich hervor, wenn man die Auflösung erhitzt. Diese Flüssigkeit reagirt nicht sauer, und salpetersaures Silber zeigt kein Chlor darin an; auch wenn man die concentrirte wäfsrige Auflösung des Chlorals mit Quecksilberoxyd kocht, bemerkt man weder Reduction noch sonst eine Veränderung. Diese Versuche beweisen, wie man aus den Zersetzungsproducten durch Alkalien sehen wird, dafs das Chloral sich im Wasser ohne Zersetzung auflöst.

Ich habe so eben angeführt, dafs das Chloral, im Wasser erwärmt, sich sogleich darin auflöst. Ganz andere Erscheinungen bemerkt man aber, wenn man umgekehrt zu Chloral sehr wenig Wasser schüttet. Das Chloral verbindet sich bei dem Schütteln sogleich damit, indem es sich stark erhitzt; einige Augenblicke darauf erstarrt die Mischung zu einer durchsichtigen weifsen Krystallmasse.

Aus diesen Krystallen besteht die Verbindung, die man unmittelbar aus dem Alkohol durch Chlor erhält.

Bringt man einige Tropfen Chloral in ein offenes Glasgefäfs, welches sonst trocken ist, aber gewöhnliche wasserhaltige atmosphärische Luft enthält, so sieht man die ganze innere Oberfläche des Gefäfses nach einigen Augenblicken mit unzähligen sternförmigen Krystallisationen bedeckt, die sich nach allen Seiten hin durchkreuzen. Ist das Glas und die Luft vollkommen trocken, so bemerkt man diese Erscheinung nicht; diefs beweist, dafs der Sauerstoff der Luft hierbei keine Rolle spielt. Giefst man Wasser zu diesen Krystallen, so verwandeln sie sich augenblicklich in ölartige Tropfen, die sich beim Erhitzen auflösen; diese Auflösung enthält ganz unverändertes Chloral.

Das

Das Wasser äufsert aber auf das Chloral noch eine andere höchst merkwürdige Wirkung. Wenn man nämlich Chloral mit so viel Wasser vermischt, dafs es zu der erwähnten krystallinischen Masse erstarrt ist, und man läfst diese Masse einige Tage stehen, und setzt alsdann noch mehr Wasser hinzu, so verwandeln sich diese Krystalle in einen weifsen flockigen Körper, der im Wasser ganz unauflöslich ist.

Wenn das Chloral nicht sehr rein ist, so trübt es sich nach einigen Tagen weislich; der weifse Körper, der sich daraus absetzt, ist der nämliche, dessen ich so eben erwähnt habe, und auf den ich später ausführlicher zurückkommen werde.

Das Chloral verbindet sich mit Jod, Brom, Phosphor und Schwefel; es löst diese Körper, besonders in der Wärme, leicht auf, das Jod mit prächtiger Purpurfarbe.

Die wasserfreien Metalloxyde haben auf das Chloral keine bemerkbare Wirkung; man kann es über Kupferoxyd, Braunstein, Quecksilberoxyd ohne Veränderung abdestilliren. Auf dieselbe Weise verhalten sich wasserfreier Kalk, Baryt und Strontian. Bei diesen drei letzten Körpern findet aber nur dann keine Einwirkung statt, wenn dieselben wasserfrei sind, und, wenn man Chloral über sie abdestillirt, sie von dieser Flüssigkeit ganz bedeckt werden. In dem Dampfe des Chlorals, selbst nur bis zur Temperatur des siedenden Wassers erhitzt, bringen sie, trocken, hingegen sogleich eine Zersetzung hervor.

Wenn man Dämpfe von Chloral über erhitzten wasserfreien Kalk oder Baryt leitet, so werden diese Oxyde sogleich glühend; es entwickelt sich Kohlenoxydgas, und sie werden in ein Chlormetall verwandelt, welches von einer feinen leichten Kohle durchzogen ist. Zuweilen ereignete sich, dafs bei Rectificationen von Chloral über Kalk oder Baryt, in dem Augenblick, wo der Rückstand anfing trocken zu werden, die ganze Masse sich in dem

Grade erhitzte, dafs das Gefäfs bei Tage rothglühend wurde, und in diesem Zustande ziemlich lange Zeit blieb.

Leitet man Dämpfe von Chloral über glühendes Eisen oder Kupfer, so werden diese Metalle zum Theil in Chlormetalle verwandelt; man findet sie mit einer Schicht von einer glänzenden porösen Kohle bedeckt, und es entwickelt sich dabei Kohlenoxydgas.

Obgleich die alkalischen Basen im wasserfreien Zustande nur dann eine zersetzende Wirkung auf das Chloral ausüben, wenn sie erwärmt werden, und auf den Dampf desselben wirken, so ist dieses Verhalten durchaus ein anderes, so wie Wasser hinzukommt. Diese alkalischen Oxyde zersetzen, als Hydrate oder im Wasser aufgelöst, das Chloral mit der gröfsten Leichtigkeit und unter Entwicklung von Wärme. Man bemerkt bei dieser Zersetzung, dafs sich auf der Oberfläche oder auf dem Boden der Flüssigkeit ein ölartiger Körper von süfsem, durchdringendem, angenehmen Geruch abscheidet, dafs ein Theil der Base in Chlormetall verwandelt, und ein anderer durch eine organische Säure neutralisirt worden ist. Man beobachtet hierbei keine Farbenveränderung oder sonst eine Erscheinung, die auf ein drittes Product schliefsen liefse, namentlich bemerkt man keine Gasentwicklung.

Um gewifs zu seyn, dafs sich bei dieser Zersetzung keine Kohlensäure erzeuge, habe ich in klares Barytwasser Chloral gebracht und erhitzt. Es traten die erwähnten Erscheinungen ein, aber die Flüssigkeit blieb vollkommen klar und durchsichtig, und ich überzeugte mich nach Beendigung des Versuches, dafs noch eine grofse Menge ätzender Baryt im Ueberschufs vorhanden war.

Die ölartige Flüssigkeit, welche so eben als Zersetzungsproduct des Chlorals durch wäfsrige Alkalien angeführt wurde, ist eine neue Verbindung von Chlor mit Kohlenstoff, und die erzeugte organische Säure ist Ameisensäure.

Um die Zusammensetzung des Chlorals, so wie sie die Elementar-Analyse angab, durch seine Zersetzungsproducte controliren zu können, war es unumgänglich nöthig, zuerst die Untersuchung des neuen Körpers vorzunehmen.

Chlorkohlenstoff.

Man erhält diese neue Verbindung, wenn man Chloral mit ätzenden Alkalien, Kalkmilch oder Barytwasser in Ueberschufs vermischt und das Gemenge destillirt. Als Destillat erhält man eine bedeutende Portion des neuen Chlorkohlenstoffs in Gestalt einer wasserhellen, schweren, klaren Flüssigkeit. Man schüttelt sie einige Male mit frischem Wasser, und setzt, nachdem man den gröfsten Theil des Wassers abgenommen hat, das sechs- bis achtfache Volumen Schwefelsäure zu, und destillirt den Chlorkohlenstoff im Wasserbade und in einem ganz trocknen Apparate über. Man bekommt ihn auf diese Weise sogleich rein und wasserfrei.

Ich habe gefunden, dafs man sich diesen Körper leicht und in grofser Menge verschaffen kann, wenn man sehr verdünnten Weingeist mit chlorigsaurem Kalk destillirt. Auf ein Pfund chlorigsauren Kalks und drei Pfund Wasser nimmt man zwei bis drei Unzen Weingeist. Da die Masse bei der Destillation sich aufbläht, so mufs man eine geräumige Retorte wählen; man erhält ein dem Alkohol gleiches Gewicht an Chlorkohlenstoff.

Man kann ihn ebenfalls und in grofser Menge erhalten, wenn man Essiggeist mit chlorigsaurem Kalk unter denselben Umständen behandelt. Auch kann er aus dem gewöhnlichen schweren Salzäther gewonnen werden, wenn man diesen mit einer weingeistigen Auflösung von Kali, und alsdann mit viel Wasser vermischt.

Die Entstehung dieses Körpers aus dem Chloral war für mich anfänglich eine Quelle unzähliger Schwierigkeiten; denn seine Aehnlichkeit mit dem Oel des ölbilden-

den Gases ist so grofs, dafs eine oberflächliche Vergleichung beide für identisch halten mufste, und, wiewohl das Chloral, zufolge seiner Elementar-Analyse, keinen Wasserstoff enthält, schien dessen ungeachtet ein Zersetzungsproduct aus ihm hervorzugehen, welches, wie man weifs, reich an Wasserstoff ist. Eine nähere Untersuchung bewies aber bald, dafs dieser für das Oel des ölbildenden Gases gehaltene Körper keinen Wasserstoff enthält.

Der Geruch und die äufsere Beschaffenheit des Chlorkohlenstoffs stimmen genau mit den Eigenschaften des Oels der holländischen Chemiker überein; allein er besitzt ein gröfseres specifisches Gewicht, und sein Siedpunkt ist bedeutend niedriger.

Sein specifisches Gewicht ist 1,480 bei 18° C., und er siedet, unter einem Luftdruck von 27″ 7‴, bei 60°,8 C. Das Oel der Holländer hat dagegen, wie bekannt, bei 7° ein specifisches Gewicht von 1,2201, und es siedet, nach Colin und Robiquet, bei 66°,7, nach Despretz gar erst bei 85°,85 C.

Dieser Chlorkohlenstoff läfst sich nicht entzünden, und wenn man einen damit befeuchteten Glasstab in die Weingeistflamme hält, bemerkt man eine trübe, dunkelgelbe, rufsige Flamme.

Das Oel des ölbildenden Gases entzündet sich unter denselben Umständen sehr leicht, und brennt mit einer grofsen *leuchtenden* Flamme, deren unterer Saum stets grün gefärbt ist.

Ungeachtet ich mich nun von der Verschiedenheit dieses Körpers von dem Oel des ölbildenden Gases überzeugt hatte, hielt ich es immer noch für wahrscheinlich, dafs er dem Letzteren in seiner Zusammensetzung ähnlich sey. Man hält gewöhnlich das Oel des ölbildenden Gases für eine Verbindung von 1 Vol. Chlor mit 1 Vol. ölbildenden Gases; ich habe in diesem Chlorkohlenstoff eine Ver-

bindung von 2 Atomen Chlor und 1 Atom Kohlenwasserstoff vermuthet.

Die folgenden Versuche lassen aber über seine wahre Natur keinen Zweifel übrig.

Treibt man die Dämpfe dieses Körpers über glühendes metallisches Eisen oder Kupfer, so wird er vollkommen zersetzt, man erhält Chlormetalle, die mit Kohle umgeben sind, aber sonst keine gasförmige brennbare Substanz. Leitet man seine Dämpfe durch eine mäfsig glühende Glasröhre, so erhält man von 2 Grm. der Substanz 7 C. C. eines Gases, das theils von Wasser verschluckt wurde; der Rest, welcher 3 C. C. betrug, liefs sich entzünden und brannte mit grüner Flamme. Diese äufserst geringe Menge Gas läfst sich nur von Feuchtigkeit herleiten, welche entweder dem Glase oder der Flüssigkeit anhing.

Die innere Oberfläche der Glasröhre war schwarz und mit einer Menge von langen federartigen Krystallen bedeckt, welche, ihrem Geruch nach, die gröfste Aehnlichkeit mit festem Chlorkohlenstoff hatten.

Leitet man die Dämpfe dieses Körpers über glühenden Kalk oder Baryt, so werden diese Oxyde in Chlormetalle verwandelt; es setzt sich dabei Kohle ab, und es bildet sich ein kohlensaures Metalloxyd. Wenn diese Zersetzung in mäfsiger Rothglühhitze vor sich geht, so erhält man keine Spur eines brennbaren Gases; bei einer höheren Temperatur erhält man Kohlenoxydgas, dessen Entstehung aber von der Einwirkung der Kohle auf den gebildeten kohlensauren Kalk bedingt ist. Man benutzte diese Erfahrung, um den Chlorgehalt auszumitteln.

1,425 Grm. Chlorkohlenstoff wurden in einem Glaskügelchen gewogen und auf den Boden einer zugeschmolzenen Glasröhre gebracht, so dafs die offene Spitze des Kügelchens diesem Ende zugekehrt war. Die Röhre wurde alsdann mit reinem gebrannten Kalk in groben Stücken angefüllt, und dieser nach und nach in schwaches Glühen gebracht. Der Ort, wo das Kügelchen liegt,

darf nur dann mit glühenden Kohlen umgeben werden, wenn das Kügelchen durch die darauf wirkende Wärme von der Flüssigkeit ganz entleert ist; überhaupt darf dieser Ort während der ganzen Operation nie so heifs werden, dafs die Flüssigkeit in's Sieden kommt, weil in diesem Fall der gröfste Theil des Kalks aus der horizontalliegenden Röhre herausgeschleudert wird. Aller Kalk wurde alsdann in verdünnter Salpetersäure aufgelöst, die Auflösung von der Kohle abfiltrirt und mit salpetersaurem Silber gefällt. Die oben angegebenen 1,425 Grm. lieferten 5,113 Grm. Chlorsilber; diefs giebt für 100 Th. 88,58 Chlor.

In einem andern Versuche lieferten 2,105 Grm. Substanz 7,500 Grm. Chlorsilber, entsprechend 87,82 Proc. Chlor. Das Mittel beider Versuche giebt 88,18 Procent Chlor.

Zur Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes wurden die Dämpfe dieses Körpers über glühendes Kupferoxyd geleitet, und die gebildete Kohlensäure dem Raume nach bestimmt. Es läfst sich dazu kein anderer Apparat anwenden, weil man nur sehr kleine Quantitäten der Verbrennung unterwerfen kann; diese findet nämlich hier nur an der Oberfläche des Kupferoxyds statt, aber es bildet sich dabei eine grofse Quantität Chlorkupfer, welches chmilzt, und die Einwirkung des tiefer liegenden Kupferoxyds bei gröfseren Quantitäten verhindern würde.

Die Flüssigkeit wurde in Glaskügelchen eingeschlossen, und die Spitze derselben sogleich zugeschmolzen und gewogen; man schnitt sodann den Hals des Kügelchens 2 bis 3 Linien oberhalb der Flüssigkeit ab, und liefs es, die offene Spitze nach unten gekehrt, nebst der abgeschnittenen Spitze schnell auf den Boden der Verbrennungsröhre gleiten. Auf den Boden derselben war vorher eine kleine Quantität frisch ausgeglühtes Kupferoxyd gebracht worden. Meistens wurde die Flüssigkeit aus dem Kügelchen von dem Kupferoxyd sogleich wie von

einem Schwamm aufgesogen und entleert, was allen Unannehmlichkeiten während der Verbrennung vollkommen vorbeugt.

Die Röhre wurde sodann mit frischgeglühtem und wieder erkaltetem Kupferoxyd angefüllt; die Länge der Kupferoxydlage betrug 12 bis 16 Zoll. Man brachte alsdann das Kupferoxyd in's Glühen, während man das Ende, wo die Flüssigkeit war, mit einem Stück nassen Papiers umgab.

Sobald die Röhre der ganzen Länge nach glühte, nahm man dieses Papier hinweg, ohne aber das Ende eher mit glühenden Kohlen zu umgeben, als bis man keine Gasentwicklung, die sehr langsam vor sich gehen mufs, mehr bemerkt.

Diese hier angeführten anscheinend unbedeutenden Vorsichtsmafsregeln sind so nothwendig, dafs diese Art von Analysen ohne ihre Berücksichtigung durchaus fehlerhafte Resultate liefern würde; ich habe sie bei den später anzuführenden Analysen des Chlorals und des Oels ebenfalls ganz unentbehrlich gefunden. Man sieht, dafs man hauptsächlich vermeiden mufs, die Flüssigkeit in's Sieden zu bringen.

Es wurden folgende Resultate erhalten:

I.	0,3925	Grm. lieferten bei	8°	u. 27''',3	83,4	C. C. Gas
II.	0,419	- -	- 5 ,6	- 28''	95	- -
III.	0,340	- -	- 6	- 28	74	- -
IV.	0,329	- -	- 5	- 28	71,5	- -

Nach diesen Analysen besteht dieser Chlorkohlenstoff aus:

	I.	II.	III.	IV.
Kohlenstoff	11,174	12,1565	11,6523	11,73
Chlor	88,18	88,18	88,18	88,18
	99,354	100,3365	99,8323	99,91

Bei den mit I. und II. bezeichneten Analysen wurde der Chlorkohlenstoff aus Chloral mit Aetzbaryt darge-

stellt. Der zur Analyse III. angewandte war durch Destillation von Weingeist mit chlorigsaurem Kalk, und der der vierten Analyse war vermittelst Essiggeist und chlorigsauren Kalk gewonnen worden.

In der II., III. und IV. Analyse habe ich, um der Abwesenheit des Wasserstoffs gewifs zu seyn, das Wasser vermittelst Chlorcalcium zu bestimmen gesucht. Bei der zweiten Analyse wurden 17 Milligrm., bei der dritten 18, und bei der vierten 16 Milligrm. Wasser erhalten. Dieselbe Menge Kupferoxyd, frisch ausgeglüht und wieder erkalten gelassen, lieferte aber unter denselben Umständen 15 Milligrm. Wasser. Wenn dieser Körper eine Verbindung von 2 Chlor mit 1 Kohlenwasserstoff wäre, so würde man auf 0,419 Grm. 87 bis 88 Milligrm. Wasser haben erhalten müssen; es sind in der That aber nur 2 Milligrm. erhalten worden, wenn man nämlich das hygroskopische Wasser von dem gefundenen abzieht.

Wenn man die gefundenen Resultate auf Atome berechnet, so ergiebt sich, dafs dieser Körper zusammengesetzt seyn mufs aus:

2 At.	Kohlenstoff	12,13
5 -	Chlor	87,87
		100,00.

Ich habe noch zu erwähnen, dafs dieser Chlorkohlenstoff durch Kalium nicht zersetzt wird, ja man kann ihn ohne Veränderung darüber abdestilliren. Indefs überzieht sich das hineingebrachte Kalium dennoch mit einigen Gasbläschen, die beim Sieden zuzunehmen scheinen. Es wurde ein Apparat vorgerichtet, um dieses Gas über Wasser in einer graduirten Röhre aufzufangen. In der That sammelten sich in der Röhre nach zwei bis drei Tagen 13 C. C. Gas, welches sich als ein Gemenge von reinem Wasserstoffgas mit Stickstoff auswies. Wurde der Apparat mit ganz trocknem Quecksilber gesperrt, so erhielt man selbst in acht Tagen nicht mehr als 0,007

Meter Gas, welches ebenfalls Wasserstoffgas war. Man sieht also, dafs die Erzeugung des Wasserstoffgases von dem Wasserdampf herrührte, dessen Verbreitung in dem mit Wasser gesperrten Apparate nicht verhindert werden kann, und dafs also dieser Chlorkohlenstoff nicht zersetzt wird.

In dem Dampf desselben erhitzt, entzündet sich aber das Kalium mit einer Explosion, es bildet sich Chlorkalium, und es wird Kohle abgesetzt.

Durch ätzende Alkalien wird er nicht zerlegt oder verändert. Man wird es sehr unnöthig finden, dafs darüber noch besondere Versuche angestellt worden sind, da man weifs, dafs er nur durch Hülfe von diesen Körpern aus dem Chloral entsteht.

Weingeist und Aether lösen ihn leicht auf; aus der Auflösung in Weingeist wird er zum Theil durch Wasser niedergeschlagen. Er ist ferner ein Auflösungsmittel für Phosphor, Schwefel und Jod, welche Körper keine zersetzende Wirkung auf ihn ausüben.

Dieser flüssige Chlorkohlenstoff besitzt mit den analogen Verbindungen des Jods und Broms eine so grofse Aehnlichkeit in allen ihren Eigenschaften, dafs ich eine gleiche Zusammensetzung dieser letzteren für sehr wahrscheinlich halte.

Ameisensäure.

Das andere Zersetzungsproduct des Chlorals durch ätzende Alkalien ist, wie ich erwähnt habe, eine organische Säure, welche in Vercindung der angewandten Base aufgelöst bleibt.

Wendet man zur Zersetzung des Chlorals Barythydrat an, so schlägt man den überschüssigen Baryt, nachdem der gebildete Chlorkohlenstoff durch Destillation entfernt ist, durch einen Strom Kohlensäure nieder, erhitzt die ganze Masse zum Sieden, um den aufgelösten kohlensauren Baryt abzuscheiden, filtrirt und dampft zur Kry-

stallisation ab. Man erhält sehr wohl ausgebildete Krystalle, die mit Chlorbaryum gemengt sind.

Wenn man dieses Salz mit verdünnter Schwefelsäure destillirt, so erhält man eine saure Flüssigkeit, welche alle Eigenschaften der verdünnten Ameisensäure besitzt.

Wendet man etwas weniger Schwefelsäure an, als zur vollständigen Zersetzung des Salzes gehört, so ist sie zugleich ganz frei von Salzsäure.

Erhitzt man diese saure Flüssigkeit mit rothem Quecksilberoxyd, so wird dieses sogleich unter heftigem Aufbrausen zu Metall reducirt. Sie bildet mit den Basen Salze, welche, mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt, reines Kohlenoxydgas liefern, ohne sich dabei zu schwärzen.

Ich mufs bei der Charakteristik der Ameisensäure einige unrichtige Thatsachen berühren, die es nur deshalb werth sind, weil sie in einige vorzügliche Handbücher übergegangen sind.

»Löst man nämlich, nach Göbel, Quecksilberoxyd in wäfsriger Ameisensäure auf, so erstarrt die klare Auflösung auf einmal zu einer glimmerartigen glänzenden Masse, indem sich das Oxydulsalz in zarten 4seitigen Säulen aus der Auflösung abscheidet. Diese Krystalle sind nach dem Trocknen grauschwarz, glänzend, fett anzufühlen; sie zerfallen beim Stofs in metallisches Quecksilber und Ameisensäure; sie lösen sich in warmem Wasser ohne Färbung. Doch setzt dieses bald alles Quecksilber als Oxydul und Oxyd ab, während reine Ameisensäure gelöst bleibt.«

Man mufs nach dieser Beschreibung erstaunen, wenn man erfährt, dafs dieses sogenannte ameisensaure Quecksilberoxydul nichts weiter als Calomel ist, der sich unter den angezeigten Umständen stets bildet, im Fall die Ameisensäure salzsäurehaltig ist.

Bei Anwendung von reiner Ameisensäure bemerkt man niemals die Bildung eines weifsen Salzes, diese Er-

scheinung tritt aber sogleich ein, wenn man derselben etwas Salzsäure zusetzt.

Wendet man von dem Gehalt der Ameisensäure an Salzsäure den Blick auf die Analyse der Salze, die Göbel mit derselben dargestellt hat, so mufs man billigerweise noch mehr über den bewundernswürdigen Grad von Genauigkeit erstaunen, in welchem diese Analysen mit der theoretischen Zusammensetzung übereinstimmen.

Ich habe erwähnt, dafs die aus Barytsalz durch Destillation erhaltene Säure das Quecksilber reducirt, indem sie sich in Kohlensäure verwandelt.

Es ist klar, dafs, wenn durch Zersetzung des Chlorals durch Alkalien noch eine andere organische Säure, z. B. Essigsäure, gebildet würde, diese, nach Zersetzung der Ameisensäure, an Quecksilberoxyd oder Oxydul gebunden zurückbleiben müfste.

Allein die Flüssigkeit, welche zurückblieb, reagirte nicht sauer, und Schwefelalkalien zeigten darin keine Spur Quecksilber an. Nur in dem Fall, wo die Säure salzsäurehaltig war, enthielt die nach der Zersetzung der Ameisensäure rückbleibende Flüssigkeit höchst geringe Spuren von Sublimat.

Zusammensetzung des Chlorals.

Die Ausmittelung der Zusammensetzung des Chlorals bot eine grofse Menge von Schwierigkeiten dar, nicht in Bezug auf die Analyse an und für sich, denn diese läfst sich mit Beachtung der Vorsichtsmafsregeln, die ich bei der Analyse des Chlorkohlenstoffs angegeben habe, leicht bewerkstelligen, sondern in Betreff der Aufgabe, die Zahlenresultate mit den Zersetzungsproducten und der theoretischen Zusammensetzung in Uebereinstimmung zu bringen. Diefs hing, wie man leicht erachten wird, lediglich mit der Reinheit des angewendeten Chlorals zusammen; allein diese Reinheit konnte durch kein anderes Mittel,

als durch die Analyse geprüft werden, so dafs, wenn irgend eine Operation vorgenommen wurde, welche den Zweck hatte, das Chloral von Wasser, Alkohol oder anhängender Salzsäure zu befreien, erst die Analyse Aufschlufs zu geben vermochte, ob dieser Zweck erreicht worden war oder nicht.

Das Chloral wurde, wie ich erwähnt habe, durch Waschen mit Schwefelsäure und Destillation über Baryt vom Wasser, Alkohol und anhängender Salzsäure befreit. Da die Analyse nicht befriedigend ausfiel, so mufste die ganze Operation wiederholt werden. Durch das Waschen mit Schwefelsäure konnte die Salzsäure nicht entfernt werden, und es ist klar, dafs es wohl durch Rectification über Kalk oder Baryt diesen Salzsäuregehalt verliert, dafür aber auch eine entsprechende Menge von neugebildetem Wasser aufnimmt, folglich nach der Rectification über Baryt und Kalk nochmals mit Schwefelsäure gewaschen und für sich rectificirt werden mufs.

Auf diese Weise sind die folgenden Analysen entstanden, deren Unterschiede in dem eben Angeführten ihre Erklärung finden; sie sind in der Reihenfolge zusammengestellt, in der sie gemacht wurden.

I. 0,315 Grm. lieferten bei 0° und 27″ 4‴,5 98 C. C. Gas
II. 0,2915 - - - 1 - 27 4 ,5 89 - -
0,5045 lieferten 1,461 Chlorsilber.
III. 0,472 Grm. lieferten bei 6°,4 u. 27″ 7‴,3 158 C. C. Gas
IV. 0,360 - - - 6 ,4 - 27 8 ,5 120 - -
1,037 Grm. lieferten 2,925 Chlorsilber.
V. 0,341 Grm. liefert. b. 7° u. 28″ 127 C. C. Kohlensäure
VI. 0,3265 - - - 4 - 28 122 - -
0,947 lieferten 2,679 Chlorsilber.

Diese Resultate geben für 100 Theile folgende Zusammensetzung:

	I. II.	III. IV.	V. VI.
Kohlenstoff	20,009	16,654	17,636
Chlor	69,863	71,269	69,569
Sauerstoff	10,128	12,050	12,795

Hiernach lassen sich mehrere Formeln aufstellen, welche die gefundenen Verhältnisse mit geringen Abweichungen wiedergeben. Die folgende, welche mit den Resultaten der beiden letzten Versuche am besten übereinstimmt, schien mir aus einem sogleich näher entwickelten Grunde den Vorzug zu verdienen.

				100 Th.
9	Atome	Kohle	687,933	18,37
12	-	Chlor	2655,900	70,09
4	-	Sauerstoff	500,000	11,54
			3843,833	100,00.

Wie bereits gesagt, hat das Chloral die Eigenschaft, dafs es, wenn man es durch Alkalien zersetzt, unter Bildung eines Chlormetalls gänzlich in Chlorkohlenstoff und Ameisensäure zerfällt. Es war daher von Wichtigkeit zu erfahren, in welchem Verhältnisse der Chlorkohlenstoff zur Ameisensäure, oder, was dasselbe ist, das Chlormetall zu dem ameisensauren Salz gebildet wird.

Um dieses auszumitteln habe ich eine bestimmte Menge Chloral mit Aetzbaryt und Wasser gekocht, den überschüssigen Baryt durch einen Strom Kohlensäure entfernt, die Flüssigkeit zum Sieden erhitzt, um den aufgelösten kohlensauren Baryt niederzuschlagen, und dann filtrirt. Nach dieser Behandlung blieb also in der Flüssigkeit Chlorbaryum und ameisensaures Baryt aufgelöst; sie wurde abgedampft, und der trockne Rückstand in einer Platinschale bis zur Zerstörung des organischen Salzes geglüht. Aus der geglühten Masse, die unverändertes Chlorbaryum und kohlensauren Baryt enthielt, wurde das erstere Salz mit Wasser ausgezogen und sein Gewicht bestimmt. Der rückbleibende kohlensaure Baryt wurde ebenfalls in Chlorbaryum verwandelt und auf dieselbe Weise bestimmt.

4,130 Grm. Chloral lieferte auf diese Art 1,355 Chlor-

baryum. Der Baryt des ameisensauren Baryts, ebenfalls in Chlorbaryum verwandelt, betrug 2,920 Grm.

Das Chlor des Chlorbaryums verhält sich zu dem Chlor des Chlorals = 1 : 6, und die Menge des Baryums im Chlorbaryum zu dem im ameisensauren Baryt = 1 : 2,25.

Dieser Versuch, so wenig er auch auf strenge Genauigkeit Anspruch machen darf, indem das dazu verwendete Chloral nicht völlig rein war, scheint mir nichts destoweniger den Vorgang der Zersetzung des Chlorals und die Richtigkeit der gewählten Formel auf die folgende Weise zu bestätigen. Wenn man vom

Chloral	= 12 Chlor	+ 9 Kohlenstoff	+ 4 Sauerst.	abzieht
Chlorklst.	= 10 -	+ 4 -		
so bleiben:	2 Chlor	+ 5 Kohlenstoff	+ 4 Sauerstoff.	

Letztere geben, bei der Zersetzung durch Baryt, 1 Atom Chlorbaryum, und, indem zu dem vorhandenen Sauerstoff noch das eine Atom aus dem Baryt hinzutritt, 5 At. Kohlenoxyd, welche durch die Aufnahme von $2\frac{1}{2}$ Atomen Wasser in $2\frac{1}{2}$ At. Ameisensäure übergehen, und sich mit einer andern Portion Baryt verbinden. Dieser Theorie gemäfs verhält sich das Chlor des Chlorbaryums zu dem Chlor des Chlorals = 1 : 6, und das Baryum des Chlorbaryums zu dem im ameisensauren Baryt = 1 : $2\frac{1}{2}$.

Ich habe die Analysen des Chlorals in dem Grade vervielfältigt, dafs die abweichenden Resultate mich noch jetzt in Ungewifsheit über die wahre Zusammensetzung lassen. Die angeführte Formel habe ich nur deshalb vorgezogen, weil das Verhalten des Chlorals sich durch keine andere befriedigender entwickeln läfst. Diese Ungewifsheit ist eine natürliche Folge von der Unmöglichkeit, das wahre Atomgewicht dieser Körper mit Sicherheit ausmitteln zu können. Andere Wege der Analyse, welche die Zeit und das Fortschreiten der Wissenschaften von selbst herbeiführen, werden diese Ungewifsheit verringern.

In Beziehung auf die Bildung und Zusammensetzung

des Chlorals halte ich es für sehr wahrscheinlich, dafs viele organische Körper sich wie der Weingeist zum Chlor verhalten werden. Ich habe schon früher (diese Annalen, Bd. XV S. 569 und 570) mich mit der Einwirkung des Chlors auf mehrere organische Säuren beschäftigt, und gefunden, dafs concentrirte Essigsäure unter diesen Umständen ein Zersetzungsproduct liefert, welches die Augen zu heftigem Thränen reizt. Hr. Dumas wurde dadurch veranlafst, von seiner Seite, Versuche über die Zersetzung der Essigsäure vermittelst Chlor anzustellen; er hat darauf die Bildung einer besonderen Säure, der Chloroxalsäure, beschrieben *). Was nun diesen Körper betrifft, von dessen Analyse uns Herr Dumas das Detail schuldig geblieben ist, so scheint es mir aus meinen eigenen Versuchen nicht zweifelhaft zu seyn, dafs ihm das eigentliche hier erzeugte Product entgangen ist, und dafs er uns nur mit den Zersetzungsproducten dieses neuen Körpers bekannt gemacht hat.

Untersuchung des durch Zersetzung des Chlorals entstehenden weifsen Körpers.

Ich habe erwähnt, dafs beim Vermischen des Chlorals mit Wasser sich Wärme entwickelt, und dafs es zuerst zu einem Haufwerk von Krystallen erstarrt, die auf weiteren Zusatz von Wasser sich in eine weifse flokkige Substanz verwandeln. Die Erzeugung dieses weifsen Körpers scheint von besonderen Umständen abzuhängen. Ganz frisch bereitetes Chloral giebt beim Zusatz von Wasser diesen weifsen Körper nicht immer. Läfst man es aber einige Tage stehen, so bleibt die Bildung desselben nie aus.

Versetzt man Chloral mit weniger Wasser, als nöthig ist, um Krystallisation hervorzubringen, so erstarrt ein Theil davon nach einigen Tagen zu einer weifsen, ganz festen Masse.

*) Diese Annalen, Bd. XX S. 169.

Direct erhält man diesen weifsen Körper, wenn man den mit Chlor gesättigten Alkohol mit concentrirter Schwefelsäure vermengt und einige Stunden in einem offenen Gefäfse stehen läfst. Das abgeschiedene Chloral erstarrt in diesem Fall gänzlich zu einer weifsen, festen, porcellanartigen Masse. Diefs giebt ein sicheres Mittel ab, um zu sehen, ob bei der Bereitung des Chlorals die Sättigung des Alkohols mit Chlor erreicht worden ist oder nicht. Man vermischt einen kleinen Theil des Alkohols mit dem drei- bis vierfachen Gewichte Vitriolöl, und läfst es in einem offenen Glasröhrchen stehen; wird die Flüssigkeit, die über der Schwefelsäure schwimmt, nach einigen Stunden nicht fest, so mufs man mit dem Hineinleiten des Chlors noch fortfahren.

Nach diesen Verfahrungsarten dargestellt, wird der weifse Körper von überschüssigem Chloral und anhängender Schwefelsäure durch anhaltendes Waschen mit heifsem Wasser befreit, in welchem es nur in geringer Menge auflöslich ist.

Diese Substanz trocknet an der Luft zu einem blendend weifsen Pulver aus, welches einen geringen, aber eigenthümlichen ätherartigen Geruch besitzt.

In kaltem Wasser, in siedendem Alkohol und Aether ist dieser Körper unauflöslich; er verflüchtigt sich an der Luft, wiewohl sehr langsam. Durch Salpetersäure wird er langsam und unter Aufbrausen zersetzt.

Mit concentrirter Schwefelsäure vermischt und destillirt, geht eine klare, farblose Flüssigkeit über, welche alle Eigenschaften des Chlorals besitzt, aber nach mehreren Stunden oder Tagen wieder von selbst weifs und fest wird. Bei dieser Destillation scheint aber ein kleiner Theil zersetzt zu werden, denn die Schwefelsäure schwärzt sich, und das Destillat enthält freie Salzsäure. Ganz dieselbe Erscheinung bemerkt man, wenn Chloral, mit Schwefelsäure gemengt, der Destillation unterworfen wird; die Schwärzung und Salzsäurebildung tritt aber nur

dann

dann ein, wenn alles Chloral übergegangen ist, und scheint sich auf den Theil zu beschränken, den die Schwefelsäure aufgenommen hatte.

Destillirt man den weifsen Körper für sich, so erhält man ein dickflüssiges, dem Chloral ähnliches Product, welches nach einiger Zeit wieder weifs und fest wird.

In ätzenden Alkalien löst er sich leicht auf, er wird davon vollkommen zersetzt. Unter den Producten, welche hierbei entstehen, gehört Ameisensäure und Chlorkohlenstoff; allein ihre Bildung scheint nach Verhältnifs der Concentration des Alkali's verschieden zu seyn. Beim Schmelzen mit Kalihydrat bemerkt man keinen Chlorkohlenstoff oder sehr wenig; statt dessen scheint sich ein anderer Körper zu erzeugen, der sich in dem Alkali mit bräunlicher Farbe auflöst. In dem Fall, wo sich bei seiner Zersetzung durch ätzende Alkalien Chlorkohlenstoff erzeugt, bleibt die Flüssigkeit klar und farblos.

Die Analyse liefs sich auf die gewöhnliche Art sehr leicht bewerkstelligen. Das Chlor wurde durch Glühen mit gebranntem Kalk, so wie bei den früheren Analysen, und der Wasserstoff und Kohlenstoff durch Verbrennung mit Kupferoxyd ausgemittelt:

0,500 Grm. lieferten 1,360 Chlorsilber =67,102 Proc.
0,300 - - b. 27" 7'",5 u. 6°,4 C. =100,6 C. C. Gas

Das bei dieser Analyse rückbleibende Kupferoxyd in Salpetersäure aufgelöst und durch salpetersaures Silber gefällt, gab 0,820 Chlorsilber =67,102 Chlor.

0,400 Grm. liefert. aufserd. bei 7° u. 27'",7 134 C. C. Gas.

Dieselbe Quantität gab in einer dritten Analyse das nämliche Resultat.

Bei den zwei letzten Analysen wurden bei jeder 0,042 Grm. Wasser erhalten =10,5 Proc.

Der weifse Körper, der zu den beiden ersten Analysen verwendet wurde, war aus Chloral, welches weifs und trüb geworden war, durch Wasser erhalten worden. Bei der dritten war er aus dem durch Chlor zersetzten

Alkohol direct durch Vermischung desselben mit Schwefelsäure und Stehenlassen gewonnen.

Auf 100 Theile berechnet, erhält man:

I.	II. III.	
17,686	17,603	Kohlenstoff
67,102	67,102	Chlor
1,166	1,166	Wasserstoff
14,046	14,129	Sauerstoff.

Diese Analysen lassen sich mit zwei Formeln in Uebereinstimmung bringen. Die Versuche, die ich zur Bewahrheitung der einen oder andern angestellt habe, waren nicht entscheidend genug, um einer davon den Vorzug zu geben.

Nach der Formel: $Cl^{12} C^{9} O^{4} + 2 O H^{2}$, erhält man in 100 Theilen:

17,83	Kohlenstoff
66,91	Chlor
0,62	Wasserstoff
14,64	Sauerstoff.

Nach der Formel: $Chl^{4} C^{3} O^{2} H^{2}$, erhält man:

17,280 C.
66,709
0,94
14,98.

Mit der ersteren stimmt der gefundene Wasserstoffgehalt nicht überein, denn dieser beträgt beinahe das Zweifache. Dieser Wasserstoffgehalt ist jedoch in allen Fällen geringer, als ihn die Analyse angiebt, denn zu dem erhaltenen Wasser ist noch das hygroscopische Wasser des Kupferoxyds hinzugekommen. Dieselbe Quantität Kupferoxyd auf dieselbe Weise wie bei einer organischen Analyse behandelt, lieferte 0,015 Grm. hygroscopisches Wasser.

Zieht man diese 15 Milligrm. von den erhaltenen 42 Milligrammen ab, so erhält man für 100 Theile 0,75 Wasserstoff (so wie 14,461 und 14,545 Sauerstoff). Diese Quantität Wasserstoff ist immer noch gröfser als die theoretische Zusammensetzung angiebt.

Wäre diese Formel für das Atomenverhältnifs des weifsen Körpers richtig, so wäre er als ein, wahrscheinlich den Krystallen isomerisches Hydrat des Chlorals mit 1 Atome Wasser zu betrachten.

Nach der zweiten Formel wäre die Bildung des weifsen Körpers mit einer gänzlichen Zersetzung des Chlorals verknüpft. In der That reagirte das Chloral sauer, aus welchem er sich gebildet hatte; allein das Wasser, womit der weifse Körper gewaschen wird, besitzt oder erhält selbst eine saure Reaction, und verliert sie nicht, auch wenn das Waschen noch so lange fortgesetzt wird. Durch das Wasser scheint er demnach zersetzt zu werden; es ist aber auch möglich, dafs ihm diese Reaction angehört.

Oel des ölbildenden Gases.

Ohne bei der bekannten Bereitungsart des Oels zu verweilen, bemerke ich blofs, dafs es durch trocknes Zusammenbringen von Chlor mit ölbildendem Gas dargestellt wurde. Man leitete das ölbildende Gas zuvor durch ein Gefäfs, welches mit starker Kalilauge angefüllt war, um die beigemischte schweflige Säure hinwegzunehmen. Bei der Vereinigung beider Gasarten bemerkt man die Bildung von einer nicht unbeträchtlichen Menge Chlorwasserstoffsäure.

Ich habe früher (Geiger und Liebig's Magazin, Bd. XXXIV S. 49) einige Versuche über diesen Körper angestellt, und dabei gefunden, dafs sich gleiche Volumina dieser Gase verdichten, so wie man es schon längst angenommen hatte; ich habe dabei bemerkt, dafs das Wasser, über welchem die Verbindung vor sich ging, schwach sauer wird; ich habe damals die erzeugte Salzsäure dem Aetherdampf zugeschrieben, welcher das ölbildende Gas stets begleitet. Das Oel ist gelblich oder grün gefärbt; es ist aber in diesem Zustande nicht rein, sondern es enthält zwei Verbindungen, wovon die eine durch

heifses Wasser, durch Kali und Schwefelsäure zersetzt wird; während die andere von diesen Substanzen keine Veränderung erleidet.

Wenn man dieses unreine Oel mit Wasser abwäscht, und dieses Wasser mit Kali erhitzt, so nimmt es eine bräunliche Farbe an, gerade so wie das Waschwasser des sogenannten schweren Salzäthers, nur ist die Farbe heller.

Durch Kali wird das ungereinigte Oel ebenfalls braun, durch Schwefelsäure wird es schwarz und stöfst Dämpfe von Chlorwasserstoffsäure aus. Destillirt man das unreine Oel mit viel Wasser, so verschwindet etwa der vierte Theil davon; das wäfsrige Destillat enthält eine Menge freier Salzsäure und Essigäther, der ölige Körper, welcher überdestillirt, wird aber von Kali nicht weiter verändert. Ich habe den öligen Körper, so wie er durch Destillation des unreinen Oels mit Wasser gewonnen wird, mit concentrirter Kalilauge, und alsdann mit Wasser so lange gewaschen, bis es vollkommen klar und durchsichtig wurde. Bei dem Behandeln mit Kali wird es nämlich trübe und undurchsichtig.

Es wurde alsdann vermittelst einer Pipette von dem darüber schwimmenden Wasser getrennt und mit dem sechs- bis achtfachen Volumen Vitriolöl gemengt. Bei der Destillation dieses Gemenges bemerkte man eine geringe Entwicklung von Salzsäure, und die Schwefelsäure bräunte sich; es wurde deshalb mit Kali und Wasser auf's Neue gewaschen, und, um es vollkommen rein zu erhalten, mit Vitriolöl vermischt und darüber abgezogen.

Bei dieser zweiten Destillation blieb das Oel und das Vitriolöl wasserhell, und man bemerkte keine Spur von Salzsäure.

In diesem reinen Zustande besitzt das Oel ein specifisches Gewicht von 1,247 bei 18° C.; sein Siedpunkt ist 82°,4.

In Beziehung auf die Bestimmung des Siedpunkts

dieser Flüssigkeit habe ich eine auffallende Beobachtung gemacht. Die angegebene Temperatur ist nämlich erhalten worden, indem man das reine wasserfreie Oel in einem trocknen Glasgefäfse, in welches man noch einige Stücke Platindraht gebracht hatte, erhitzte. Da das Oel durch Erhitzen mit Wasser keine Veränderung erleidet, so schien ein Wassergehalt hierbei ganz gleichgültig zu seyn. Wenn man aber das Oel mit Wasser übergiefst, und dieses alsdann bis zum starken Sieden des Oels, welches darin herumschwimmt, erhitzt, so steigt die Temperatur nie höher als 75°,66 C.

Ich habe dieselbe Erfahrung bei der Bestimmung des Siedpunktes des erwähnten Chlorkohlenstoffs gemacht. Dieser Körper siedet bei 60°,8 bei 28" B.; wenn man ihn aber mit Wasser vermengt zum Sieden bringt, so ist die Temperatur nicht höher als 57°,3. Dem Geruch und den übrigen Eigenschaften des Oels nach, habe ich, nach der Kenntnifs von der Zusammensetzung des Chlorkohlenstoffs, geglaubt, dafs es mit demselben identisch sey; allein es ist auch von diesem in seiner Zusammensetzung noch aufserdem verschieden.

Wie man weifs, erhält man, nach Wöhler's Versuchen, ebenfalls diesen Körper, wenn ölbildendes Gas mit mehreren Chloriden, namentlich mit dem von H. Rose entdeckten Antimonsuperchlorid, zusammenbringt. Da nach dieser Bereitungsart sich ebenfalls der erwähnte Chlorkohlenstoff bilden konnte, und dieser leicht mit dem Oel des ölbildenden Gases verwechselt werden kann, so schien es wichtig genug, durch neue Versuche darüber zu entscheiden. Wöhler fand nun bei Wiederholung seiner Versuche, dafs der Körper, der hier entsteht, mit dem Oel vollkommen gleiche Eigenschaften besitzt.

Das Oel läfst sich leicht entzünden und brennt mit gelblichweifser Flamme, deren unterer Saum grün gefärbt ist.

Wenn man in einer trocknen Glasröhre Kalium mit

dem Oel übergiefst, so entwickeln sich beständig Gasblasen; bei schwachem Erwärmen nimmt die Gasentwicklung zu, das Kalium bläht sich plötzlich zu seinem vielfachen Volumen auf, und verwandelt sich in eine weifse poröse Masse, von welcher alles übrige Oel, wie von einem Schwamm eingesaugt wird.

Das sich entwickelnde Gas brannte mit trüber Flamme, welche, wahrscheinlich von beigemischtem Oel, einen grünen Saum hatte; das Gas, was sich bei gewöhnlicher Temperatur entwickelte, war nicht leuchtend, es brannte mit einer blassen, rein grünen Flamme. Auch das Gas, welches bei Erwärmung sich zuletzt entwickelt, war nicht leuchtend und die Flamme grün gefärbt.

Das beim Erwärmen Entwickelte wird zum Theil durch Chlor verdichtet, es scheint demnach ein Gemenge von ölbildendem Gas und Wasserstoffgas zu seyn.

Uebergiefst man die rückbleibende poröse Masse mit Wasser, so scheidet sich, indem das Chlorkalium aufgelöst wird, der gröfste Theil des Oels wieder ab, es ist aber undurchsichtig und weifs. Auch wenn ein grofser Ueberschufs von Kalium genommen wird, so dafs die rückbleibende Masse sich mit Wasser entzündet, so bleibt nichts destoweniger ein grofser Theil des Oels unzersetzt zurück. Wenn das Gas, welches sich beim Erwärmen des Oels mit Kalium entwickelt, reines ölbildendes Gas wäre, so liegt die Idee sehr nahe, diesen Versuch als ein Mittel zur Analyse des Oels zu benutzen. Bei näherer Berücksichtigung aller Umstände überzeugt man sich aber bald, dafs dieser Versuch nichts lehren würde.

Die Zusammensetzung des Oels mag seyn wie sie will, so mufs man immer zugeben, dafs Chlor und ölbildendes Gas darin enthalten sind.

Wenn man nun Kalium damit zusammenbringt, so wird sich eine Quantität Gas entwickeln, die dem Volum des Wasserstoffs genau gleich ist, den das Kalium aus Wasser entbinden würde.

Wenn aber das Oel noch eine andere Verbindung, gleichviel in welchem Verhältnifs, enthält, z. B. irgend eine Verbindung von Chlor mit Kohlenstoff, die durch Kalium nicht zersetzt wird, so wird eine bestimmte Menge von Kalium nichts destoweniger ein und dasselbe Volum Gas aus der durch Kalium zersetzbaren Verbindung entwickeln. Man mufs bei diesem Versuche wohl berücksichtigen, dafs man gezwungen ist, stets einen Ueberschufs von Oel anzuwenden, weil, wenn Kalium zurückbleibt, die Volumina des Gases nicht vergleichbar sind.

Ich habe deshalb auf diese Controlle verzichten müssen. Der Chlorgehalt des Oels wurde, wie bei den früheren Verbindungen, und der Kohlenstoff und Wasserstoff durch Verbrennung mit Kupferoxyd auf die gewöhnliche Art bestimmt.

0,951 Grm. lieferten 2,748 Chlorsilber = 71,33 Proc. Chlor.

I.	0,355 Grm. liefert. bei	27ʳ 9‴,3	u. 8°,6	= 158	C. C. Gas
II.	0,3215 -	- - 27 9 ,3	- 7	= 139	- -
III.	0,211 -	- - 27 4	- 2	= 92,8	- -
IV.	0,1545 -	- - 27 4	- 1	= 67	- -

Bei der dritten und vierten Analyse wurden bei der ersten 0,051 Grm., und bei der andern 0,069 Grm. Wasser erhalten.

Zuletzt wurde, um die Quantität des erzeugten Wassers mit gröfserer Genauigkeit bestimmen zu können, 0,502 Gramm Oel mit Kupferoxyd verbrennt und 0,170 Grm. Wasser erhalten.

Nach diesen Analysen ist erhalten worden für 100 Theile:

Kohlenstoff.		Wasserstoff.	
I.	23,4136	III.	3,6785
II.	22,8773	IV.	3,6677
III.	23,32	V.	3,7628.
IV.	23,7433		

Im Mittel hat man demnach 3,70 Proc. Wasserstoff

erhalten. Nach der gewöhnlichen Ansicht besteht aber diese Verbindung aus gleichen Atomen Chlor und Kohlenwasserstoff, und man hätte von 100 Th. 4,02 Wasserstoff erhalten müssen. Man kann hier einwerfen, dafs der Unterschied von 3,70 und 4,02 nicht grofs sey, und leicht in einem Fehler in der Analyse liegen könne; allein diese Zahl wurde durch drei übereinstimmende Versuche erhalten, und man mufs erwägen, dafs, der Natur dieser Analysen nach, wenn das Oel 4 Proc. Wasserstoff in der That enthält, man 4 und einen Bruchtheil mehr hätte erhalten müssen.

Das Kupferoxyd, womit die Verbrennung bewerkstelligt wird, kann in die Röhre nicht heifs eingefüllt werden, weil die Kugel, worin die Flüssigkeit eingeschlossen ist, offen bleibt, es ist mithin klar, dafs zu dem Wasser, welches die Verbrennung des Wasserstoffs liefert, noch dasjenige Wasser hinzukommt, welches das Kupferoxyd während seines Erkaltens angezogen hatte. Wenn man aber in diesem Fall auch annimmt, dafs das Kupferoxyd absolut wasserfrei gewesen sey, so wären immer noch 15 Milligrm. verloren gegangen; diefs halte ich durchaus nicht für wahrscheinlich, da man, wie bemerkt, wenigstens 30 Milligrammen Wasser auf 0,502 Grm. anstatt 0,170, nämlich 0,200 Grm. hätte mehr erhalten müssen, wenn das Oel 4 Proc. Wasserstoff in der That enthielte.

Wenn man bei dem Wägen der Chlorcalcium-Röhre, worin das Wasser aufgefangen worden ist, nicht auf den Umstand Rücksicht nimmt, dafs es nach vorhergegangener Verbrennung mit Kohlensäure angefüllt ist, so wird man immer ein unrichtiges Resultat erhalten, man darf nie versäumen das Chlorcalcium-Röhrchen von der Kohlensäure zu entleeren, indem man mit dem Munde atmosphärische Luft hindurchzieht.

Betrachtungen anderer Art geben dieser Analyse noch einen höheren Grad von Wahrscheinlichkeit. Es ist nämlich gewifs, dafs bei der Einwirkung des Chlors auf das

ölbildende Gas Chlorwasserstoffsäure gebildet wird; es ist hierbei ganz gleichgültig, ob man die Gase wasserfrei oder wasserhaltig mit einander mischt; man kann diese Salzsäure dem Aetherdampfe zuschreiben, welcher das Gas stets begleitet: ich habe es auch früher gethan, allein bei näherer Betrachtung hat man keinen Grund anzunehmen, dafs der Aetherdampf leichter als das ölbildende Gas vom Chlor zersetzt werde.

Ich habe gegen diese Zusammensetzung des Oels noch einen andern sehr wichtigen Einwurf zu machen, diefs ist die lehrreiche Erfahrung, welche Mitscherlich gemacht hat, dafs es bei Gegenwart von Wasser und Sonnenlicht in Salzsäure und Essigäther zersetzt wird *).

Diese Erfahrung ist richtig, wenn sie auf das ungereinigte Oel bezogen wird; denn man erhält diese Producte nicht nur durch die Einwirkung des Sonnenlichts, sondern geradezu, wenn man es mit Wasser destillirt.

Vollkommen reines Oel wird aber durch Destillation mit Wasser nicht im Geringsten zersetzt, auch habe ich bei der Aussetzung mit Wasser an das Sonnenlicht nicht bemerkt, dafs das Wasser eine saure Reaction angenommen hätte.

Dieser Versuch wurde freilich im Winter angestellt, gehört aber dazu noch Sommerwärme, so hat man das Sonnenlicht nicht nöthig. Ich glaube überhaupt, dafs die räthselhaften Wirkungen des Sonnenlichts, die lebenden organischen Wesen hierbei ausgeschlossen, sich ohne Ausnahme auf Wärmephänomene reduciren lassen. Es ist mir begegnet, dafs Flaschen, die mit Chlor und Wasserstoff angefüllt waren, in der warmen Hand explodirt sind, an Orten, wo kein Lichtstrahl darauf fallen konnte. Ich will noch eine andere Stütze für diesen Satz anführen.

Jedermann weifs, dafs wenn Chlor durch das ge-

*) Diese Annalen, Bd. XIV (90) S. 538.

wöhnliche Oel im Sonnenlicht geleitet wird, man Salzsäure und festen Chlorkohlenstoff erhält.

Man kann diesen Körper aber eben so leicht gewinnen, wenn man das ungereinigte Oel mit Chlor sättigt, und es dabei beständig seinem Siedpunkt nahe hält. Mit dem Hineinleiten des Chlors fährt man so lange fort, bis sich keine Salzsäure mehr entwickelt.

Man erhält eine bedeutende Quantität festen Chlorkohlenstoff, der aus der Flüssigkeit beim Erkalten herauskrystallisirt, sie enthält aber noch eine grofse Menge davon aufgelöst, die man durch starkes Abkühlen abscheiden kann; es ist mir aber nie gelungen, alles Oel in festen Chlorkohlenstoff zu verwandeln, man sieht davon den Grund nicht ein, wenn es eine gleichförmige Verbindung ist, wie man gewöhnlich annimmt.

Es fällt mir so schwer, wie jedem Andern, sich von einer einfachen Vorstellungsweise, an die man einmal gewöhnt ist, loszureifsen; ich habe mir wenigstens alle Mühe gegeben, meine eigenen Versuche zu widerlegen, wiewohl ohne Erfolg.

Nach der erwähnten Analyse läfst sich das Oel des ölbildenden Gases als eine Verbindung von 1 Atom des beschriebenen Chlorkohlenstoffs mit einer andern Substsnz betrachten, die aus 3 At. Chlorwasserstoffsäure und 6 At. ölbildendem Gas besteht. Das Verhältnifs seiner Elemente würde demnach seyn:

8 At. Kohlenst.		1 At. Chlorkohlst.	$= Chl^5 + C^2$	
8 - Chlor	=	3 - Salzsäure	$= Chl^3 +$	H^3
15 - Wasserst.		6 - ölbild. Gas	$=$	$C^6 + H^{12}$
			$Chl^8 \; C^8$	H^{15}

In dieser Formel ist mir nichts unangenehmer, als dafs der oft citirte Chlorkohlenstoff wieder darin figuriren mufs.

Chlor und Aether.

Bei den Versuchen über die obigen Körper, welche durch die Einwirkung des Chlors auf Alkohol und Schwefeläther entstehen, mufs ich mich mit dem allgemeinen Resultate begnügen, dafs sie weder unter sich, noch mit dem Oel des ölbildenden Gases hinsichtlich ihrer Zusammensetzung in Beziehung stehen.

Während dieser Arbeit sind mir nämlich von Hrn. Dumas analytische Resultate einer ganz gleichen Arbeit, mit welcher er sich beschäftigt, brieflich mitgetheilt worden. Diefs mufs mich natürlich abhalten, meinem ausgezeichneten Freunde, dessen Talente in allen Ländern eine so gerechte Anerkennung finden, vorzugreifen; ich habe deshalb die meinigen zurückbehalten.

Die Sättigung des Aethers mit Chlor ist eine Operation, welche bei gewöhnlicher Temperatur nicht ausgeführt werden kann, denn es kann dabei die Entzündung einer jeden Blase Chlorgas in dem sich erwärmenden Aether nicht vermieden werden. Ein Theil davon wird ganz zersetzt, so dafs man zuletzt eine schwarze theerartige Masse übrig behält. Ich habe das Entzünden des Aethers auf die Weise verringern, aber doch nicht ganz vermeiden können, dafs ich ihn bis auf zehn Grade unter dem Gefrierpunkt des Wassers abkühlte.

Wenn der gröfste Theil des Chlors gesättigt ist, so hört die Entzündlichkeit auf; bei dem weiteren Durchleiten des Chlors wurde die Flüssigkeit bis zum Sieden erwärmt, und so lange damit fortgefahren, als man noch Salzsäurebildung bemerkte.

Das ölartige Product, nachdem es rectificirt worden, besitzt einen eigenthümlichen aromatischen, dem festen Chlorkohlenstoff ähnlichen Geruch, sein specifisches Gewicht ist 1,611 bei 18°. Es siedet bei 139° C.

Durch Waschen mit Wasser nimmt sein Volumen nicht ab, eben so wenig durch Behandlung mit concentrirter Kalilauge. Mit Vitriolöl kalt geschüttelt, schwimmt

er oben auf, und wird davon nicht verändert. Damit destillirt, bemerkt man Salzsäureentwicklung, ein kleiner Theil davon wird zerlegt, das Vitriolöl schwärzt sich und das übrige geht unverändert über.

Vermischt man diese Verbindung mit einer Auflösung von Kali in Alkohol, so entsteht ein starker Niederschlag von Chlorkalium, setzt man alsdann viel Wasser hinzu, so schlägt sich ein ölartiger Körper von aromatischem Geruch nieder, der wahrscheinlicherweise ein neuer Chlorkohlenstoff ist.

Schwerer Salzäther.

Mit diesem Namen bezeichnet man gewöhnlich den öligen Körper, den man durch Destillation mit Schwefelsäure, Braunstein, Kochsalz und Alkohol erhält, und der zurückbleibt, oder den man erhält, wenn Alkohol kalt mit Chlor gesättigt, mit Wasser vermischt und der sich abscheidende ölige Körper so lange damit gewaschen wird, bis sich nichts mehr davon auflöst. Die freie Salzsäure, welche diesem Körper anhängt, darf man ihm, ohne dafs er verändert wird, durch Kali nicht entziehen; am leichtesten befreit man ihn davon, wenn man ihn mit Wasser vermischt und über feingepulverten Braunstein rectificirt. Man erhält von diesem Körper die gröfste Menge, wenn man den mit Chlor kalt gesättigten Alkohol mit seinem gleichen Volumen Wasser vermischt, und ohne den niederfallenden öligen Körper abzusondern, geradezu über Braunstein rectificirt. Man bemerkt dabei eine besondere Erscheinung. Der Braunstein scheint sich nämlich in der sehr sauren Flüssigkeit zu einem dunkelgrünen Liquidum aufzulösen, nach einigen Secunden wird aber das Ganze hellbraun, es erhitzt sich, und in dem Grade, dafs Entzündung mit rother Flamme eintritt. Um eine Explosion zu vermeiden, mufs man die Retorte in kaltes Wasser stecken, oder dem Gemenge nach und nach etwas kaltes Wasser zusetzen.

Bei der Destillation geht zuerst eine Flüssigkeit über, die reich an Essigäther ist, so dafs er sich abscheiden läfst, wenn man sie vorher über Chlorcalcium rectificirt und nachher Wasser zusetzt.

Bei fortgesetzter Destillation erhält man reinen säurefreien, schweren Salzäther, der vom Wasser keine weitere Veränderung erleidet. Sobald aller schwere Salzäther übergegangen ist, überzieht sich der Hals der Retorte und die ganze innere Fläche der Vorlage mit feinen durchsichtigen Nadeln, die in allen ihren Eigenschaften mit dem festen Chlorkohlenstoff übereinstimmen. Diese Erscheinung ist nie ausgeblieben.

Durch Schwefelsäure wird er zersetzt; ich habe die näheren Umstände dieser Zersetzung schon früher mit einigen Worten angedeutet. Vermischt man ihn mit einer Auflösung von Kali in Alkohol und, setzt alsdann Wasser zu, so erhält man den beschriebenen Chlorkohlenstoff, der sich in öligen Tropfen abscheidet.

Uebergiefst man in einer Retorte Kalihydrat mit diesem schweren Salzäther, so erhitzt er sich damit sehr stark, er kommt in heftiges Sieden, und man erhält einen neuen öligen Körper, dessen Eigenschaften von denen des schweren Salzäthers sehr verschieden sind.

Der schwere Salzäther siedet bei 112°, doch schien mir dieser Siedpunkt zuweilen einige Grade höher zu seyn; sein spec. Gewicht ist 1,227 bei 18°.

Der ölige Körper, den man durch Destillation mit Kali daraus erhält, siedet bei 104°, und sein spec. Gewicht ist bei 18° 1,074; das letztere ist ohne weitere Reinigung bestimmt worden.

Chlor und Essiggeist.

Ehe ich den Essiggeist der Behandlung mit Chlor unterwarf, schien es mir von Wichtigkeit zu seyn, seine Zusammensetzung mit Genauigkeit auszumitteln.

Von diesem Körper haben Macaire und Marcet

eine Analyse bekannt gemacht. Diese Chemiker haben gefunden, dafs er in 100 Theilen aus

55,30	Kohlenstoff
8,20	Wasserstoff
36,50	Sauerstoff

bestehe; über die Reinheit der zur Verbrennung verwendeten Substanz läfst sich kein Urtheil fällen, denn sie haben weder seinen Siedpunkt, noch specifisches Gewicht angegeben.

Derosne hat sein spec. Gewicht zu	0,79
Proust - - - - -	0,88
Chenevix - - - - -	0,78
Tromsdorff - - - - -	0,75
Gmelin - - - - -	0,82

gefunden. Sein Siedpunkt ist nach

Chenevix	59° C.
nach Gmelin	56,25

Nach den gewöhnlichen Vorschriften wird das Product der Destillation von Bleizucker mit Kali vermischt, worauf sich der Essiggeist abscheidet, von dem brenzlichen Oel getrennt, und entweder über kohlensaures Kali oder über Chlorcalcium rectificirt.

Nach Gmelin zieht man das Destillat über Kalkbrei, und sodann zwei Mal zur Verharzung des brenzlichen Oels über chlorigsauren Kalk ab. Die Rectification über chlorigsauren Kalk mufs man aber durchaus vermeiden, weil dieser Körper den Essiggeist gänzlich zersetzt und ihn mit einem andern Producte verunreinigt.

Die genaueste Arbeit über diesen Körper ist von Mateucci in den *Annales de chim. T.* 46 *p.* 429 bekannt gemacht worden. Seine Versuche haben den Ansichten über die Zusammensetzung des Essiggeistes eine ganz neue Richtung gegeben.

Mateucci hat den Essiggeist, von welchem er aber weder den Siedpunkt noch das spec. Gewicht angegeben,

einer neuen Analyse unterworfen. Seine Zusammensetzung ist nach M. in 100 Theilen:

6,4039 = 3 Vol. Hydrog.
59,8600 = 5 - Carb.
33,7361 = 1 - Oxyg.

und er läfst sich nach ihm betrachten als eine Verbindung von Essigsäure mit 6 Proportionen ölbildendem Gas oder einem Körper, der dieselbe Zusammensetzung wie dieser Kohlenwasserstoff besitzt.

»Nach Mateucci wird der Essiggeist sich selbst überlassen zersetzt, die Aussetzung von einigen Minuten an die Luft reicht hin, um ihn sauer und milchig zu machen, es bildet sich Essigsäure und eine Substanz von ölartiger Beschaffenheit.«

»Mit Kali und Kalk zersetzt er sich ebenfalls in der Wärme, diese Basen werden in essigsaure Salze verwandelt, und man erhält dieselbe ölartige Substanz.«

»Durch Chlor wird er in einen ölartigen Körper zersetzt, der beim Zusatz von Wasser beinahe fest wird. Das Wasser nimmt Salzsäure und Essigsäure auf. Mateucci hält die durch Chlor erzeugte ölartige Substanz für eine Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff, analog dem Naphthalin oder dem Weinöl; er hat darin kein Chlor entdecken können.«

Nach diesen Versuchen hätten alle früheren Darstellungsarten keinen Essiggeist, sondern blofs den ölartigen Körper liefern dürfen.

In diesen Versuchen, von welchen ein ausgezeichneter französischer Chemiker, der die Analyse des Essiggeistes ebenfalls gemacht hatte, sagt: *dafs sie nichts zu vermuthen übrig lassen* (*Annales de chim. T.* 47 *p.* 203), ist jedes Wort ein Irrthum.

Ich habe sie mit der gröfsten Behutsamkeit wiederholt, und kann in Wahrheit die Möglichkeit nicht begreifen, wie man zu denselben Resultaten und Schlüssen mit Mateucci gelangen kann.

Wenn man Bleizucker der trocknen Destillation unterwirft, so erhält man zuerst mit dem Krystallwasser des Salzes etwas Essigsäure. Wenn man alsdann die Vorlage wechselt, so geht ein brennbares, kaum gefärbtes Liquidum über, welches schwach sauer reagirt. Es wird im Wasserbade abgezogen, das Destillat mit einem gleichen Volumen Wasser vermischt und auf's Neue rectificirt. Man setzt der übergegangenen Flüssigkeit auf's Neue Wasser zu und wiederholt die Rectification so oft, bis die rückständige Flüssigkeit durchaus keinen Geschmack mehr nach brenzlichem Oel besitzt, und bis das Destillat nicht mehr sauer reagirt.

Bei jeder neuen Destillation bleibt auf der rückständigen Flüssigkeit ein oder mehrere Tropfen eines empyreumatischen Oels zurück, welches den Essiggeist so wie das Fuselöl den Weingeist stets begleitet und von demselben nur schwer zu trennen ist.

Auf dem angegebenen sehr langweiligen Wege gelingt, aber diese Trennung von Oel und Essigsäure vollkommen, ohne dafs man nöthig hat dazu ein Alkali anzuwenden. Der hier erhaltene Essiggeist mufs noch vom Wasser befreit werden.

Zu diesem Zwecke bringt man ihn in ein gewöhnliches Propfenglas und setzt Stücke von geschmolzenem Chlorcalcium hinzu, so dafs dieses von der Flüssigkeit kaum bedeckt ist; man läfst es in diesem Zustande einige Tage stehen, giefst die Flüssigkeit alsdann von dem Chlorcalcium ab und rectificirt sie im Wasserbade über einer neuen Quantität dieses Salzes. Man erhält ihn alsdann von constantem Siedpunkt.

Dieser reine Essiggeist siedet bei 55°,6, sein specifisches Gewicht ist bei 18° 0,7921.

Sein Geruch ist eigenthümlich durchdringend; er besitzt keine Aehnlichkeit mit dem des Aethers oder Alkohols, hingegen ist er entfernt der Essignaphta ähnlich.

Sein

Sein Geschmack ist wie der aller sehr flüchtigen Substanzen, und schwer zu beschreiben.

Im Wasser, Alkohol und Aether ist er in allen Verhältnissen auflöslich, er entzündet sich leicht und brennt mit einer stark leuchtenden Flamme. Bei seinem Verbrennen wird keine Essigsäure erzeugt. An der Luft wird er weder trübe noch sauer; eine Portion, die seit mehreren Monaten in einem mit Luft halbgefüllten Gefäfse steht, ist ganz unverändert geblieben.

Durch Alkalien wird er weder in der Hitze, noch in der Kälte im Geringsten verändert; er schwimmt auf concentrirter Kalilauge, ohne sich damit zu vermischen. Trocknes Aetzkali damit erhitzt, bewirkt weder die Scheidung einer öligen Substanz, noch sonst eine Färbung oder Veränderung. Ich habe übrigens bemerkt, dafs eine Absorption von Sauerstoff stattfindet, wenn man einige Stücke Aetzkali mit sehr wenig Essiggeist in einem mit Luft gefüllten Gefäfse, z. B. in einem Kolben, stehen läfst. Verschliefst man den Kolben mit einer gebogenen Glasröhre, die in Wasser taucht, so steigt das Wasser in die Höhe. Diefs bemerkt man aber vorzüglich nur, wenn der angewandte Essiggeist nicht ganz rein war, sondern noch brenzliches Oel enthielt.

Der Essiggeist nähert sich in seinen Eigenschaften dem Alkohol darin, dafs er sich mit Wasser in allen Verhältnissen mischen läfst; er gleicht aber darin dem Aether, dafs die meisten Salze, die im Alkohol auflöslich sind, von demselben nicht aufgenommen werden. So löst er z. B. keine Spur von Chlorcalcium auf. Da die Alkalien keine Einwirkung auf den Essiggeist ausüben, so kann man sich derselben ohne weiteres zur Reinigung desselben von Säuren bedienen.

Mit concentrirter Schwefelsäure mischt er sich mit Wärmeentwicklung, man erhält daraus, wie man weifs, durch Destillation keinen Aether; wenn man das Gemenge

beider mit Wasser vermischt und mit kohlensaurem Baryt neutralisirt, so bleibt in der Flüssigkeit ein auflösliches Barytsalz, wahrscheinlich weinschwefelsaurer Baryt, zurück; ich habe aber dieses Salz nicht näher untersucht.

Die Analyse dieses Körpers läfst sich mit Hülfe des von mir beschriebenen Apparats mit Leichtigkeit ausführen. Das Detail dieser Operation ist zu bekannt, als dafs ich es hier wiederholen dürfte.

I.	0,589 Subst.	lieferte	1,330	Kohlensäure u.	0,555	Wasser
II.	0,529	- -	1,185	- -	0,289	-
III.	0,793	- -	1,779	- -	0,918	-

Diese Analysen gaben, auf 100 Theile berechnet:

I.	II.	III.	
62,498	61,936	62,018	Kohlenstoff
10,470	10,460	10,430	Wasserstoff
27,041	27,604	27,552	Sauerstoff

Wenn man diese Zahlen auf Atome berechnet, so erhält man für die theoretische Zusammensetzung:

			In 100 Th.
3	Atome	Kohlenstoff	62,52
6	-	Wasserstoff	10,27
1	-	Sauerstoff	27,21.

Wenn man sich gefällt diesen Körper als eine Zusammensetzung von bekannten Verbindungen zu betrachten, so hat man hier die Wahl unter mehreren, von denen besonders zwei der Aufmerksamkeit werth sind.

Nach der einen läfst sich der Essiggeist als eine Verbindung von:

1 At.	Kohlensäure	$= C + O^2$
8 -	ölbildendem Gas	$= C^8 + H^{16}$
1 -	Wasser	$= O + H^2$
		$C^9\ O^3\ H^{18}$

nach der andern als eine Zusammensetzung von:

1 At. Essigsäure	$= C^4 + O^3 + H^6$	
8 - ölbildendem Gas	$= C^8 \quad + H^{16}$	
1 - Wasser	$= \quad O + H^2$	
	$C^{12} \; O^4 \; H^{24}$.	

Nach diesen Formeln wäre der Essiggeist dem schwefelsäurehaltigen Weinöl analog, dessen Zusammensetzung nur darin abweicht, dafs es 2 Atome Säure enthält.

Wenn man zur Zusammensetzung des Essiggeistes $C^3 H^6 O$ ein Atom Kohlensäure addirt $C \quad O^2$, so hat man genau die Zusammensetzung $C^4 H^6 O^3$ der Essigsäure. Man könnte demnach die Essigsäure als kohlensauren Essiggeist betrachten, oder bei der Zersetzung eines essigsauren Salzes dürfte nichts als Essiggeist und ein kohlensaures Salz entstehen.

Man kann sich von dieser Thatsache, welche ich für die Zusammensetzung des Essiggeistes als sehr wichtig betrachte, leicht überzeugen, wenn man zur Darstellung desselben ein Salz wählt, dessen Base nicht reducirbar ist.

Wenn man z. B. sehr reinen und sehr trocknen essigsauren Baryt der Destillation unterwirft, so erhält man ein ganz ungefärbtes Destillat, welches gänzlich aus Essiggeist besteht und Lackmuspapier nicht röthet. Der Rückstand ist kohlensaurer Baryt, welcher durch eine Spur Kohle weifsgrau gefärbt ist.

Treibt man den Essiggeist durch eine glühende Röhre, so erhält man eine Menge brenzliches Oel, welches alle Eigenschaften von dem empyreumatischen Oel besitzt, das den Essiggeist begleitet; es setzt sich in der Röhre Kohle ab, und es erzeugt sich dabei etwas Wasser. Man kann demnach nicht daran zweifeln, dafs dieses Oel und die Kohle durch Zersetzung des Essiggeistes entsteht, und nicht der Zersetzung der Essigsäure angehört.

Berzelius, eben so bewundernswürdig in seinen

Arbeiten wie in seinen Schlüssen, sagt in seinem Lehrbuche, deutsche Ausgabe, 2. Bd. S. 819, bei der Bereitung des Bleiweifses: »Wie der Essig dabei wirkt, ist nicht hinreichend ausgemittelt. Versuche, die in diesen letzteren Jahren im Grofsen angestellt worden sind, haben gezeigt, dafs, je besser die Luft ausgeschlossen wird, desto schöner das Bleiweis ausfällt; man hat also Ursache zu vermuthen, dafs der Essig sowohl den Sauerstoff als die Kohlensäure für das Bleiweis liefert, *wobei er vermuthlich in dieselbe ätherartige Flüssigkeit verwandelt wird, die man erhält, wenn essigsaure Metallsalze destillirt werden.*« Was das Letztere betrifft, so wird diese Vermuthung durch die Zusammensetzung des Essiggeistes sehr wahrscheinlich.

Erhitzt man den Essiggeist mit einer Auflösung von chlorigsaurem Kalk, so entsteht in der Flüssigkeit bei schwachem Erwärmen ein starker Niederschlag von kohlensaurem Kalk, und es geht bei der Destillation ein ölartiger Körper über, welcher mit dem beschriebenen Chorkohlenstoff identisch ist.

Leitet man durch Essiggeist trocknes Chlorgas, so wird dieses unter Erwärmung in Menge verschluckt, es entwickelt sich hierbei durchaus nichts wie salzsaures Gas. Das Ansehen der Flüssigkeit verändert sich nicht; und wenn der Essiggeist wasserhaltig war, sieht man, dafs sich die Flüssigkeit in zwei Schichten theilt.

Sobald die Absorption sich verminderte, wurde die Flüssigkeit erwärmt und beständig dem Siedpunkte nahe gehalten, während fortwährend so lange Chlor durchgeleitet wurde, bis sich keine Salzsäure mehr bildete.

Die rückbleibende, schwere, ölartige Flüssigkeit ist im Wasser nicht auflöslich, dieses nimmt nur eine kleine Quantität Salzsäure auf, die dem Körper noch anhängt.

Sie besitzt anfänglich einen gemischten, dem festen Chlorkohlenstoff und dem Oel des ölbildenden Gases ähnlichen Geruch; dieser wird aber in einigen Augen-

blicken so durchdringend, dafs man beinahe die Besinnung verliert. Die Augen werden dabei zu heftigem Thränen gereizt.

Sein spec. Gewicht ist 1,331 bei 18°; seinen Siedpunkt habe ich nicht bestimmt.

Durch Vitriolöl und Aetzkali wird dieser Körper in der Kälte nicht zersetzt; in der Wärme scheinen hingegen durch diese Substanzen eigenthümliche Producte zu entstehen.

Mateucci hat in dem durch Chlor entstehenden Körper diesen Bestandtheil nicht nachweisen können. Die folgende Analyse hat kein anderes Interesse, als dafs sie den Chlorgehalt aufser Zweifel setzt.

0,392 Grm. dieses Körpers lieferten, nach der oft erwähnten Methode, über glühenden Kalk geleitet, 0,836 Chlorsilber.

0,205 Grm. lieferten ferner bei —1°,2 und 27" 6''' 107,2 C. C. Kohlensäure. Dieselbe Quantität gab 0,053 Wasser. Diefs giebt in 100 Theilen:

52,6	Chlor
28,0	Kohle
2,8	Wasserstoff
16,6	Sauerstoff.

In der folgenden Tabelle habe ich den Siedpunkt und das specifische Gewicht der in dieser Abhandlung erwähnten Körper zur leichteren Uebersicht nochmals zusammengestellt.

	Siedpunkt.	Spec. Gew.
Chlorkohlenstoff	60°,8	1,480 bei 18°
Chloral	94 ,4	1,502 - -
Oel des ölbildenden Gases . .	82 ,4	1,247 - -
Schwerer Salzäther	112	1,227 - -
Mit Kali destillirt. schwer. Salzäther	104	1,047 - -
Chlorverbindung aus dem Aether	139	1,611 - -
Chlorverbindung aus d. Essiggeist		1,331 - -

Nachschrift.

In dem Augenblicke, als ich im Begriff stand obige Abhandlung an Prof. Poggendorff einzusenden, erhielt ich das Octoberheft 1831 der *Annales de chimie et de physique*. Dasselbe enthält zwei Abhandlungen, die eine von Soubeiran, die andere von Dumas, welche beide mit meiner Arbeit in sehr naher Beziehung stehen. Obgleich diese beiden Chemiker Resultate erhalten haben, die von den meinigen sehr verschieden sind, so hat mich dieser Widerspruch dessen ungeachtet nicht bewogen, weder eine meiner Analysen zu wiederholen, noch irgend eine Bemerkung hinzuzufügen. Ich habe diefs aus dem Grunde nicht gethan, weil ich der Meinung bin, dafs sobald sich Widersprüche über einen Gegenstand zwischen zwei Chemikern erheben, diese von den betheiligten Partheien nicht entschieden werden können, sondern dafs die Entscheidung einem Dritten überlassen werden mufs. Die schwachen Seiten zweier sich widersprechender Arbeiten werden einem Dritten bei aufmerksamer Vergleichung von selbst sichtbar.

In Beziehung aber auf den Körper, den ich als einen neuen Chlorkohlenstoff beschrieben habe, wird man in seiner Darstellungsart durch chlorigsauren Kalk eine grofse Aehnlichkeit mit der Methode finden, welche Soubeiran für seinen Doppelt-Chlorkohlenwasserstoff angegeben hat. Hr. Dumas, welcher der nächste Nachbar Soubeiran's ist, wird mir aber mit Vergnügen bezeugen, dafs ich ihm die Entdeckung dieses Körpers, so wie seine detaillirte Darstellungsweise, sechs Wochen früher, ehe Hr. Soubeiran seine Abhandlung bekannt machte, brieflich mitgetheilt habe *).

*) Um die Leser in den Stand zu setzen, den Werth der vortrefflichen Arbeit unseres Landsmannes gegen den der so eben erwähnten von Soubeiran und Dumas gehörig zu beurtheilen, werde ich im nächsten Hefte der Annalen Auszüge von beiden mittheilen. *P.*

Meine Abhandlung über die Zusammensetzung der organischen Basen hat Hr. Dumas zum Gegenstand zweier Noten im Juni- und Juliheft der *Annales de chimie* gemacht; bei genauer Beleuchtung dieser Noten, wird man finden, dafs sie weder gegen meine Analysen, noch gegen den angewandten Apparat gerichtet sind, sondern dafs sie keinen andern Zweck haben, als dem Zutrauen seiner jüngeren Landsleute einen gewissen Schwung zu geben. Gegen eine Windmühle zu fechten, würde aber Jedermann für eine Thorheit halten.

VI. *Ueber die Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases und über die Verbindungen desselben mit anderen Körpern;*
von Heinrich Rose.

(Schlufs.)

Chloraluminium-Phosphorwasserstoff.

Das Chloraluminium nimmt sehr langsam in der Kälte das Phosphorwasserstoffgas auf, ohne dafs es dadurch eine andere Veränderung in seinem äufseren Ansehen erleidet, als dafs es ein feineres Pulver bildet, welches nicht zusammenbackt. Als über das Chlorid fünf Stunden hindurch ein Strom von selbstentzündlichem Phosphorwasserstoffgas geleitet worden war, wurde der Versuch nicht weiter fortgesetzt. Es wurde hierbei kein Chlorwasserstoffgas entwickelt, oder eine andere Zersetzung bemerkt. Die erhaltene Verbindung, von welcher man annehmen konnte, dafs sie so viel Phosphorwasserstoff enthielt, als das Chlorid in der Kälte aufnehmen kann, hatte die Eigenschaften anderer Verbindungen des Phosphorwasserstoffs mit flüchtigen Chlor-

verbindungen. Durch Wasser wurde sie auf die Weise zersetzt, dafs sich das Chlorid in demselben auflöste, während Phosphorwasserstoffgas unter Brausen entwich, welches sich nicht an der Luft von selbst entzündete. Als ich indessen einst eine beträchtliche Menge davon mit Wasser behandelte, entband sich dabei ein Theil des Gases im selbstentzündlichen Zustande. Wie das Wasser, so verhalten sich andere Flüssigkeiten gegen diese Verbindung; nur flüssiges Ammoniak entwickelt aus ihr immer selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas.

1,293 Grm. der Verbindung wurden mit Vorsicht in Wasser aufgelöst, und nach vollständiger Entfernung des Phosphorwasserstoffgases die Thonerde durch Ammoniak gefällt, worauf aus der davon abfiltrirten, mit Salpetersäure übersättigten Flüssigkeit, vermittelst einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd, 4,014 Grm. Chlorsilber erhalten wurden, was 76,59 Procent Chlor in der Verbindung entspricht. Wird der Gehalt an Chloraluminium danach berechnet und das Fehlende für Phosphorwasserstoff genommen, so besteht die Verbindung im Hundert aus:

Chloraluminium	96,33
Phosphorwasserstoff	3,67
	100,00.

Ein Theil des in der Kälte mit Phosphorwasserstoff gesättigten Chloraluminiums wurde sublimirt, während ein rascher Strom von selbstentzündlichem Phosphorwasserstoffgas darüber geleitet wurde. Es erlitt dadurch keine Zersetzung, nahm aber noch mehr vom Phosphorwasserstoff auf, und sublimirte vollständig. Das Sublimat war deutlich krystallinisch, und verhielt sich gegen Wasser und flüssiges Ammoniak, wie die nichtsublimirte Verbindung. Als einst eine ziemlich grofse Menge davon in Wasser aufgelöst wurde, entband sich auch hier-

bei ein Theil des Phosphorwasserstoffgases im selbstentzündlichen Zustande.

1,313 Grm. der sublimirten Verbindung wurden in Wasser gelöst, und nach vollständiger Entfernung des Phosphorwasserstoffgases die Thonerde durch Ammoniak gefällt. Ich erhielt 0,452 Grm. davon. Die davon getrennte Flüssigkeit gab nach Uebersättigung mit Salpetersäure, vermittelst salpetersaurer Silberoxydauflösung, 3,863 Grammen Chlorsilber. Es entsprechen die gefundenen Gewichte 72,58 Proc. Chlor und 18,35 Proc. Aluminium. Jene Menge von Chlor mufs, der Berechnung nach, 18,71 Theile Aluminium aufnehmen, um Chloraluminium zu bilden, — ein Beweis, dafs bei der Sublimation in einer Atmosphäre von Phosphorwasserstoffgas das Chloraluminium nicht zersetzt worden ist. Nimmt man an, dafs das Fehlende Phosphorwasserstoff sey, so besteht die sublimirte Verbindung im Hundert aus:

Chloraluminium	91,29
Phosphorwasserstoff	8,71
	100,00.

Diese Zusammensetzung entspricht der einer Verbindung von 3 Atomen Chloraluminium mit einem At. Phosphorwasserstoff, $3\,AlCl^3 + PH^3$, welche im Hundert zusammengesetzt ist aus:

Chloraluminium	92,10
Phosphorwasserstoff	7,90
	100,00.

Ich lasse es unentschieden, ob das in der Kälte mit Phosphorwasserstoff gesättigte Chloraluminium eine Verbindung sey, welche nur halb so viel Phosphorwasserstoff enthält, als das bei erhöhter Temperatur mit diesem gesättigten Chloraluminium. Ich habe keine ferneren Versuche über diesen Gegenstand angestellt, aber die oben angeführte Zusammensetzung entspricht der von einer Ver-

bindung, welche aus 6 Atomen Chloraluminium mit einem Atom Phosphorwasserstoff besteht, $6AlCl^3 + PH^3$, welche im Hundert zusammengesetzt ist aus:

Chloraluminium	95,89
Phosphorwasserstoff	4,11
	100,00.

Chloraluminium-Ammoniak. — Das Ammoniak zeigt gegen das Chloraluminium ein dem Phosphorwasserstoff sehr ähnliches Verhalten. Wird trocknes Ammoniakgas zu Chloraluminium geleitet, so entsteht im Anfange keine sichtbare Einwirkung, dann aber plötzlich eine so starke, dafs durch die dabei erzeugte Hitze die Verbindung schmilzt. Es kann, wie das Chloraluminium-Phosphorwasserstoff, sublimirt werden, ohne dafs das Chloraluminium dabei zersetzt wird.

1,347 Grm. der Verbindung, mit Wasser übergossen, lösten sich darin zum Theil, aber nicht vollständig auf. Nachdem das Ungelöste längere Zeit mit Ammoniak digerirt und die Auflösung damit gefällt worden war, wurde aus der von der Thonerde getrennten Flüssigkeit, nachdem sie mit Salpetersäure übersättigt worden war, vermittelst salpetersaurer Silberoxydauflösung das Chlor als Chlorsilber gefällt. Ich erhielt 0,398 Grm. Thonerde und 3,296 Grm. Chlorsilber, was 15,74 Procent Aluminium und 59,87 Proc. Chlor in der Substanz entspricht. Aber 59,87 Th. Chlor würden 15,43 Th. Aluminium aufnehmen, um Chloraluminium zu bilden. Im Hundert würde hiernach das Chloraluminium-Ammoniak bestehen aus:

Chloraluminium	75,30
Ammoniak	25,70
	100,00.

Wird dieses Chloraluminium-Ammoniak erhitzt, so schmilzt es und destillirt vollständig über, ohne einen

Rückstand zu hinterlassen, aber mit Verlust von etwas Ammoniak. 1,088 Grm. der destillirten Verbindung, welche sich nicht vollständig im Wasser auflösten, gaben bei der Analyse 0,333 Grm. Thonerde und 2,8675 Grm. Chlorsilber, welche Gewichte 16,31 Proc. Aluminium und 65,02 Proc. Chlor entsprechen. Letztere würden sich, nach der Berechnung, mit 16,76 Th. Aluminium verbinden, um Chloraluminium zu bilden, — ein Beweis, dafs bei der Destillation des Chloraluminium-Ammoniaks keine Veränderung in der Zusammensetzung des Chloraluminiums oder des Ammoniaks vor sich geht. Nach dieser Analyse würde die destillirte Verbindung im Hundert bestehen aus:

Chloraluminium	81,78
Ammoniak	18,22
	100,00.

Eine Verbindung von Chloraluminium mit der geringsten Menge von Ammoniak erhält man, wenn man das Chloraluminium-Ammoniak in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas destillirt. Auch hierbei findet keine Zersetzung des Chloraluminiums oder des Ammoniaks, wohl aber eine gänzliche Verflüchtigung statt. Diese Verbindung unterscheidet sich aber von den andern dadurch, dafs sie vollständig im Wasser auflöslich ist. 0,622 Grm. derselben gaben bei der Analyse 0,188 Grm. Thonerde und 1,744 Grm. Chlorsilber; also 16,11 Procent Aluminium und 69,17 Proc. Chlor. Obgleich eigentlich diese sich mit 17,83 Th. Aluminium zu Chloraluminium verbinden müssen, so sehe ich die geringere Menge von Aluminium, welche die Analyse gegeben hat, für einen Fehler derselben an, und nicht für einen Beweis, dafs das Chloraluminium bei der Behandlung mit Wasserstoffgas zersetzt worden ist. Die Zusammensetzung dieser Verbindung im Hundert wäre daher:

Chloraluminium	87,00
Ammoniak	13,00
	100,00.

Diese Zusammensetzung entspricht der einer Verbindung aus gleichen Atomen von Chloraluminium und Ammoniak, welche im Hundert bestehen würde aus:

Chloraluminium	88,62
Ammoniak	11,38
	100,00.

Ob die von mir untersuchte Verbindung des Chloraluminiums mit der gröfsten Menge des Ammoniaks noch mehr von letzterem aufgenommen hätte, wenn sie in einer Atmosphäre von Ammoniakgas destillirt worden wäre, habe ich nicht untersucht. Die von mir gefundene Zusammensetzung entspricht nicht gut einer Verbindung, deren Bestandtheile nach bestimmten Verhältnissen zusammengesetzt sind. Eine Verbindung aus einem Atom Chloraluminium mit drei Atomen Ammoniak, $AlCl^3 + 3HN^3$, würde im Hundert bestehen aus:

Chloraluminium	72,19
Ammoniak	27,81
	100,00

Es weicht diefs etwas stark von dem von mir gefundenen Resultat ab, doch ist diese Zusammensetzung die wahrscheinlichste. Persoz fand das von ihm dargestellte Chloraluminium-Ammoniak auch so zusammengesetzt *).

Man sieht aus dem Verhalten des Chloraluminiums gegen Phosphorwasserstoff und gegen Ammoniak, dafs letztere beide sich sehr ähnlich gegen Chloraluminium verhalten. Beide verbinden sich in mehreren Verhältnissen mit letzterem, und wenn die Verbindungen bei er-

*) *Annales de chimie et de physique, T. XLIV. p.* 319.

höhter Temperatur sublimirt werden, so wird bei der Sublimation das Chloraluminium nicht zersetzt.

Auch gegen *Chlorberyllium* verhalten sich Phosphorwasserstoff und Ammoniak ähnlich, doch habe ich das Verhalten derselben gegen Chlorberyllium nicht genau genug untersucht, um die Erscheinungen, die dabei stattfinden, genügend beschreiben zu können.

Eisenchlorid und Phosphorwasserstoff.

Wegen der Aehnlichkeit des Eisenchlorids mit dem Chloraluminium versuchte ich auch ersteres mit Phosphorwasserstoff zu entbinden; aber die Verwandtschaft des Phosphors zum Eisen ist so stark, dafs wenn Chlorwasserstoffgas über Eisenchlorid geleitet wird, schon in der Kälte reichlich Chlorwasserstoffgas aus letzteren sich entwickelt, und Phosphoreisen gebildet wird.

Eisenchlorid-Ammoniak. Das Ammoniak verhält sich zum Eisenchlorid auf eine ganz andere Weise, als der Phosphorwasserstoff zu demselben. Wird trocknes Ammoniakgas zu Eisenchlorid geleitet, so wird es davon langsam und unter gelinder Erwärmung absorbirt. Das gebildete Eisenchlorid-Ammoniak gleicht im Aeufseren dem Eisenchlorid, doch zieht es langsamer Feuchtigkeit aus der Luft an, und zerfliefst später als dieses. Im Wasser ist es vollständig zu einer klaren, dunkelrothen Flüssigkeit auflöslich. Wird eine grofse Menge der Verbindung mit Wasser übergossen, so entsteht ein Zischen.

2,534 Grm. Eisenchlorid-Ammoniak in Wasser aufgelöst und die Auflösung mit Ammoniak in Ueberschufs versetzt, gaben 1,184 Grm. Eisenoxyd. Die vom Eisenoxyd abfiltrirte Flüssigkeit mit Salpetersäure übersättigt, gab vermittelst einer salpetersauren Silberoxydauflösung 6,187 Grm. Chlorsilber. Das Eisenchlorid-Ammoniak enthält nach diesen Versuchen 32,40 Eisen und 60,23 Procent Chlor, welche, der Berechnung nach, nur 30,77

Theile Eisen aufnehmen würden, um Eisenchlorid zu bilden. Die Verbindung besteht daher im Hundert aus:

Eisenchlorid	91,00
Ammoniak	9,00
	100,00.

Es entspricht diese Zusammensetzung der einer Verbindung aus gleichen Atomen Eisenchlorid und Ammoniak, die im Hundert besteht aus:

Eisenchlorid	90,34
Ammoniak	9,66
	100,00.

Wird das Eisenchlorid-Ammoniak einer erhöhten Temperatur ausgesetzt, so wird ein Theil desselben unzersetzt verflüchtigt, in einem anderen Theile aber das Eisenchlorid zu Eisenchlorür, aber nicht zu metallischem Eisen reducirt. Diefs findet auch selbst dann nicht statt, wenn das Eisenchlorid-Ammoniak in einem Strome von Ammoniakgas gelinde erhitzt wird. Es ist indessen wahrscheinlich, dafs bei einer stärkeren Hitze hierbei das Eisenchlorür zu metallischem Eisen reducirt werde.

Chromchlorür und Phosphorwasserstoff.

In der Kälte erleidet das Chromchlorür keine Zersetzung durch Phosphorwasserstoffgas. Wird ersteres erhitzt, während ein Strom von letzterem darüber geleitet wird, so wird es unter Entwicklung von Chlorwasserstoffgas in Phosphorchrom verwandelt. Es gehört indessen hierzu eine stärkere Hitze, als zur Umwandlung anderer Chlormetalle in Phosphormetalle.

Dafs durch *Ammoniak* das Chromchlorür in metallisches Chrom verwandelt wird, hat schon vor einiger Zeit Liebig gezeigt *).

*) Diese Annalen, Bd. XXI S. 359.

Wie sich Phosphorwasserstoff und Ammoniak gegen die Substanz, welche man Chromchlorid genannt hat, verhalten, werde ich in einer besonderen Abhandlung in einem der folgenden Hefte dieser Annalen erörtern.

Chlorschwefel und Phosphorwasserstoff.

Wird selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas zu gereinigtem Chlorschwefel geleitet, so entsteht sogleich eine starke Entwicklung von Chlorwasserstoffgas, welches man als Gasblasen aus dem mit der Zeit zäher werdenden Chlorschwefel aufsteigen sieht. Der Versuch wurde weit länger fortgesetzt, als eine Entwicklung von Chlorwasserstoffgas wahrzunehmen war. Der Chlorschwefel hatte sich durch die Einwirkung des Phosphorwasserstoffgases in eine sehr zähe Flüssigkeit von gelblicher Farbe verwandelt, welche dicker als Zuckersyrup war.

Das Phosphorwasserstoffgas aus der phosphorichten Säure bewirkt mit Chlorschwefel dieselben Erscheinungen, wie das selbstentzündliche Gas mit demselben. Wird das Gas schnell über Chlorschwefel geleitet, so wird es sehr leicht vermittelst Ammoniak an der Luft selbstentzündlich.

Wird die erhaltene Substanz mit Wasser übergossen, so erleidet sie im Anfange keine Veränderung; nach und nach wird sie auf der Oberfläche weifs, und endlich wird die ganze Flüssigkeit milchweifs, wobei sich ein starker Geruch nach Schwefelwasserstoff entwickelt. Die milchichte Trübung der Flüssigkeit rührt von Schwefel her, der sich endlich als pulvriger Bodensatz absondert. Mit rauchender Salpetersäure behandelt, oxydirt sich der Körper so leicht wie Chlorschwefel. Die oxydirte Flüssigkeit enthält aufser Schwefelsäure auch Phosphorsäure.

0,849 Grm. der Substanz mit rauchender Salpetersäure oxydirt, und die mit Wasser verdünnte Flüssigkeit mit einer Auflösung von Chlorbaryum gefällt, gaben 3,749 Grammen schwefelsaurer Baryterde.

0,781 Grm. des Körpers wurden so lange mit Wasser behandelt, bis die im Anfange milchichte Flüssigkeit nach Absetzung des Schwefels vollkommen klar geworden war. Der Schwefel wurde auf einem gewogenen Filtrum filtrirt. Vorsichtig getrocknet, wog er 0,317 Grm. — Die vom Schwefel abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit Salpetersäure, und darauf mit einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd erhitzt. Das erhaltene Chlorsilber war bräunlich, aber durch Digestion mit verdünnter Salpetersäure wurde es vollkommen weifs; es wog 0,896 Gramm.

Berechnet man den Schwefel- und Chlorgehalt der Substanz nach der erhaltenen schwefelsauren Baryterde und dem Chlorsilber, und nimmt man das Fehlende für den Phosphorgehalt, so erhält man folgende Zusammensetzung im Hundert:

Schwefel	60,93
Chlor	28,30
Phosphor	10,77
	100,00.

Diefs entspricht sehr gut einer Verbindung aus 5 At. Schwefel, 2 At. Chlor und einem Atom Phosphor, welche folgende Zusammensetzung im Hundert haben würde:

Schwefel	61,16
Chlor	26,91
Phosphor	11,93
	100,00.

Da der Chlorschwefel nach den Untersuchungen, welche ich darüber angestellt habe, aus gleichen Atomen Chlor und Schwefel besteht *), so kann man diese Substanz betrachten als eine Verbindung von zwei Atomen Chlorschwefel und einem Atom Schwefelphosphor, welcher aus drei

*) Diese Annalen, Bd. XVI. S. 431.

drei Atomen Schwefel und einem Atom Phosphor zusammengesetzt ist, $2ClS + PS^3$. Sie würde hiernach eine Art Schwefelsalz seyn, bei welchem es indessen etwas zweifelhaft seyn würde, ob der Chlorschwefel oder der Phosphorschwefel darin der basische Bestandtheil wäre.

Diese Substanz entsteht durch Einwirkung des Phosphorwasserstoffgases auf den Chlorschwefel auf die Weise, dafs wenn zwei Atome Phosphorwasserstoff auf zehn Atome des Chlorschwefels einwirken, vier von letzterem unzersetzt bleiben, und sechs davon so zersetzt werden, dafs der ganze Chlorgehalt derselben mit dem ganzen Wasserstoffgehalt des Phosphorwasserstoffs als Chlorwasserstoffgas entweicht, während der Schwefel und der Phosphor der zersetzten Substanzen mit den vier Atomen des unzersetzten Chlorschwefels die neue Verbindung bilden.

Durch das Wasser wird die Substanz auf die Weise zersetzt, dafs der Phosphor des Phosphorschwefels in derselben sich oxydirt, und der Schwefel desselben Schwefelwasserstoff bildet; dafs ferner der Chlorschwefel die Hälfte Schwefel absetzt und sich in unterschweflichte Säure verwandelt, die nun ferner in Schwefel und in schweflichte Säure zerfällt, welche letztere mit einem Theile des gebildeten Schwefelwasserstoffs sich in Schwefel und Wasser verwandelt.

Man mufs diese neue Verbindung nicht mit der verwechseln, welche vor nicht langer Zeit Sérullas entdeckt hat, und welche ebenfalls aus Schwefel, Chlor und Phosphor besteht *). Er erhielt sie, als er festes Phosphorchlorid mit Schwefelwasserstoffgas behandelte. Sie unterscheidet sich von der, welche ich dargestellt habe, nicht nur durch ihre Eigenschaften, sondern auch durch ihre Zusammensetzung. Nach Sérullas besteht sie aus einem einfachen Atom Phosphor, 1 Atom Schwefel und 3 Atomen Chlor. Da ein Atom Schwefel nur 1 Atom Chlor aufnimmt, um Chlorschwefel zu bilden,

*) Diese Annalen, Bd. XVII S. 165.

so kann man die Verbindung betrachten, als aus Chlorschwefel und einem Chlorphosphor bestehend, welcher der unterphosphorichten Säure analog zusammengesetzt ist, und der bisher noch nicht bekannt und isolirt dargestellt worden ist. Wir kennen also jetzt drei bestimmte Chlorverbindungen des Phosphors, welche den drei bekannten Säuren dieses Körpers analog zusammengesetzt sind.

In der von Sérullas entdeckten Verbindung ist wohl offenbar der Chlorschwefel der basische Bestandtheil, indem es scheint, dafs derselbe mit mehreren Chlorverbindungen, welche bei der Zersetzung durch Wasser Säuren geben, salzartige Verbindungen bilden kann, wie z. B. mit dem Titanchlorid und dem Zinnchlorid *).

Chlorschwefel-Ammoniak. — Wird gereinigter Chlorschwefel mit trocknem Ammoniakgas behandelt, so wird dasselbe unter Erwärmung absorbirt, und es bildet sich zuerst ein hellrother Körper, der später dunkler und pulverförmig wird. Wenn die Dämpfe des Chlorschwefels mit dem Ammoniakgas in Berührung kommen, so sieht man, so lange das Glas noch nicht durch die Menge des sich absetzenden Körpers undurchsichtig geworden ist, einen Dampf von schöner rother Farbe. Der Luft ausgesetzt, wird die Farbe des Körpers heller, und endlich nach längerer Zeit weifs.

Mit Wasser behandelt, löst sich der dunkelrothe Körper bis auf einen Rückstand von Schwefel darin auf. Die Auflösung mit einer Silberoxydauflösung behandelt, giebt Chlorsilber, welches aber bald braun von Schwefelsilber wird, wodurch sich die Gegenwart der unterschweflichten Säure zeigt.

1,990 Grm. der Verbindung wurden mit Wasser behandelt, und nach längerer Zeit der abgeschiedene Schwefel abfiltrirt. Zu der abfiltrirten Flüssigkeit wurde verdünnte Salpetersäure gesetzt, und sie dann in einer ver-

*) Diese Annalen, Bd. XVI S. 66.

stopften Flasche mehrere Tage aufbewahrt, während welcher Zeit sich noch etwas Schwefel absetzte, worauf sie wiederum filtrirt wurde. Mit salpetersaurer Silberoxydauflösung gab sie eine Fällung von Chlorsilber; diefs hatte noch einen Stich in's Schwärzliche, welcher aber durch Digestion mit verdünnter Salpetersäure verschwand. Das Chlorsilber wog 3,347 Grm.

Nach dieser Analyse besteht die Verbindung im Hundert aus:

Chlorschwefel	79,19
Ammoniak	20,81
	100,00.

Diefs entspricht einer Verbindung von einem Atom Chlorschwefel mit einem Atom Ammoniak, $ClS + NH^3$, welche im Hundert nach der Berechnung besteht aus:

Chlorschwefel	79,76
Ammoniak	20,24
	100,00.

Chlorphosphor und Phosphorwasserstoff.

Wird selbstentzündliches Gas in flüssigen Chlorphosphor geleitet, so entsteht zwar im Anfange keine Veränderung, dann aber zeigt sich eine starke Entwicklung von Chlorwasserstoffgas, wobei die Flüssigkeit erst gelb opalisirend wird, und dann gelben Phosphor absetzt, der durch längeres Stehen vorzüglich leicht durch's Sonnenlicht roth wird. Unstreitig würde durch eine noch längere Behandlung des Phosphorchlorürs durch Phosphorwasserstoffgas dasselbe seinen ganzen Chlorgehalt verloren haben.

Das Gas aus der phosphorichten Säure verhält sich gegen Phosphorchlorür ganz auf dieselbe Weise, wie das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas.

Wird festes Phosphorchlorid mit beiden Arten des Phosphorwasserstoffgases behandelt, so wird es unter Chlorwasserstoffgas-Entwicklung und Phosphorabsatz zuerst in flüssiges Phosphorchlorür verwandelt, das bei längerer Behandlung mit Phosphorwasserstoffgas ebenfalls auf die erwähnte Art zersetzt wird.

Phosphorchlorür-Ammoniak. — Hinsichtlich des Verhaltens gegen Chlorphosphor unterscheidet sich der Phosphorwasserstoff sehr vom Ammoniak.

Die Verbindungen der beiden bisher bekannten Chlorstufen des Phosphors mit dem Ammoniak sind zwar schon von Davy dargestellt worden; ihre Zusammensetzung und selbst ein Theil ihrer Eigenschaften indessen sind bis jetzt noch nicht richtig angegeben worden.

Wird flüssiges Phosphorchlorür, das durch mehrmalige vorsichtige Destillation so viel wie möglich vom überschüssigen Phosphor befreit worden ist, mit trocknem Ammoniakgas behandelt, so findet unter sehr starker Erwärmung eine starke Einwirkung statt. Es bildet sich eine harte, weifse, pulvrige Masse mit einzelnen bräunlichen Stellen. Diese braunen Stellen rühren von freiem Phosphor her, von dem es wahrscheinlich ist, dafs er zum Theil als überschüssiger Phosphor im Phosphorchlorür aufgelöst enthalten war, das durch die behutsamsten Destillationen schwerer davon zu befreien ist, als der Chlorschwefel vom überschüssigen Schwefel.

Beim Ausschlufs der Luft erhitzt, zeigt das Phosphorchlorür-Ammoniak auffallende Erscheinungen, wie diefs schon zum Theil Davy erwähnt hat, der indessen dieselben nicht richtig angiebt. Es würde mich zu weit führen, hier umständlich von denselben zu reden, was ich deshalb in einer besonderen Abhandlung auseinandersetzen werde.

Mit Wasser lange Zeit gekocht, löst sich das Phosphorchlorür-Ammoniak schwer und nur zum Theil auf. Flüssiges Ammoniak löst es ebenfalls nicht auf. Salpe-

tersäure hingegen löst es, vorzüglich bei Anwendung von Wärme zwar langsam, aber doch vollständig, unter Entwicklung von salpetrichtsauren Dämpfen auf. Die Auflösung enthält Chlorwasserstoffsäure und Phosphorsäure.

In Chlorwasserstoffsäure wird die Substanz bis auf einige Phosphorflocken aufgelöst; die Auflösung enthält phosphorichte Säure, denn sie fällt aus einer Quecksilberchloridauflösung Quecksilberchlorür.

Auch in Schwefelsäure löst sie sich in der Wärme unter Entwicklung von chlorwasserstoffsauren Dämpfen auf.

Wird das Phosphorchlorür-Ammoniak mit einer Auflösung von kohlensaurem oder auch von reinem Kali längere Zeit gekocht, so wird es unter Ammoniakentwicklung zersetzt. Wird die Auflösung mit Chlorwasserstoffsäure übersättigt, so wird durch dieselbe aus einer Quecksilberchloridauflösung Quecksilberchlorür gefällt. Die chlorwasserstoffsaure Auflösung giebt mit einer Auflösung von Chlorbaryum beim Zusatz von Ammoniak eine Fällung von phosphorichtsaurer Baryterde. — Wird die Auflösung, statt mit Chlorwasserstoffsäure, mit Salpetersäure übersättigt, so wird in derselben durch Silberoxydauflösung Chlorsilber gefällt.

Das Phosphorchlorür-Ammoniak wird daher durch eine Kaliauflösung allmälig und langsam in Chlorkalium und in phosphorichtsaures Kali verwandelt, während das Ammoniak entweicht.

Wird die Substanz mit einer concentrirten Auflösung von kohlensaurem Kali übergossen, dieselbe dann bis zur Trocknifs abgedampft und die abgedampfte Masse stark erhitzt, so entwickelt sich durch Zersetzung des phosphorichtsauren Kalis Wasserstoffgas, das wegen der kleinen Menge des in der Substanz enthaltenen freien Phosphors mit Phosphorflamme brennt. Wird die erhitzte Masse mit Wasser übergossen, so bleiben Flocken von Phosphor ungelöst.

Wird indessen die Substanz mit kohlensaurem Kali

geschmolzen, so entwickelt sich während des Schmelzens Ammoniak, und die geschmolzene Masse ist ganz im Wasser auflöslich. Die Auflösung enthält dann Chlorkalium und phosphorsaures Kali.

Wird das Phosphorchlorür-Ammoniak in geschmolzenes Kalihydrat gebracht, so wird es unter Ammoniakentwicklung so heftig zersetzt, dafs eine Feuererscheinung dabei stattfindet. Die geschmolzene Masse ist vollständig im Wasser auflöslich.

1,769 Grm. der Substanz vorsichtig mit einem grofsen Ueberschufs mit kohlensaurem Natron geschmolzen, gaben, nachdem die geschmolzene Masse mit Salpetersäure übersättigt worden war, vermittelst einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd, 3,368 Grm. Chlorsilber.

4,705 Grm. von Phosphorchlorür-Ammoniak, das zu einer andern Zeit bereitet worden war, wurden mit einer Auflösung von kohlensaurem Kali übergossen, und damit zur Trocknifs abgedampft; die trockne Masse wurde darauf nur so stark erhitzt, dafs sich das phosphorichtsaure Kali zersetzen konnte, wozu kein starkes Glühen nothwendig war, darauf mit Salpetersäure übersättigt und die Auflösung mit Silberoxydauflösung gefällt. Ich erhielt hierdurch 9,095 Grm. Chlorsilber.

1,341 Grm. der Substanz wurden in einer Flasche mit eingeriebenem Stöpsel so lange mit nicht starker Salpetersäure behandelt, bis sie darin aufgelöst worden war. Die Auflösung mit Wasser verdünnt und mit salpetersaurer Silberoxydauflösung gefällt, gab 2,569 Grm. Chlorsilber.

Ich habe die Analyse des Phosphorchlorür-Ammoniaks deshalb oft wiederholt, weil die Zusammensetzung der Substanz sehr verschieden von mehreren Chemikern angegeben wird. Die Resultate meiner angeführten Analysen, die zu sehr verschiedenen Zeiten angestellt wurden, stimmen sehr gut überein. Bei der ersten Analyse erhielt ich die geringste Menge Chlor, weil die Masse

zu stark geglüht wurde, wobei wohl etwas Chlornatrium sich verflüchtigt haben konnte.

Durch die erste Analyse erhielt ich 46,98 Procent Chlor, durch die zweite 47,69 Procent, und durch die dritte 47,26 Procent.

Diese Resultate entsprechen sehr gut einer Verbindung von einem Atom Phosphorchlorür und fünf Atomen Ammoniak, welche Verbindung 47,55 Proc. Chlor enthalten würde, womit das Resultat der zweiten Analyse, welche in der That auch mit der gröfsten Sorgfalt angestellt worden war, am besten übereinstimmt. Eine solche Verbindung besteht im Hundert aus:

Phosphorchlorür	61,60
Ammoniak	38,40
	100,00.

Nach Persoz *) enthält die Verbindung 8 At. Ammoniak. Ich kann nicht die Verschiedenheit dieser Resultate erklären, da ich immer bei Behandlung des Phosphorchlorürs mit Ammoniak dieselbe Substanz erhalten habe.

Phosphorchlorid-Ammoniak. — Das feste Phosphorchlorid absorbirt, wie das Phosphorchlorür, sehr schnell das trockne Ammoniakgas, bildet aber damit einen Körper, der sich bei weiten leichter theilweise zersetzt, als das Phosphorchlorür-Ammoniak. Wird letzteres in einer Flasche aufbewahrt, die mit Ammoniakgas gefüllt war, so kann es, wenn der Stöpsel den Zutritt der atmosphärischen Luft ganz ausschliefst, sehr lange aufbewahrt werden, ohne sich zu verändern. Wenn man nach mehreren Monaten die Flasche öffnet, so riecht die Substanz noch sehr stark nach Ammoniak, wenn das Phosphorchlorür vollständig damit vorher gesättigt worden war.

Etwas ähnliches findet beim Phosphorchlorid-Am-

*) *Annales de chimie et de physique, T. XLIV. p. 320.*

moniak nicht statt. Ist es auch vollständig mit Ammoniakgas gesättigt worden, und wird es in einer Flasche aufbewahrt, die mit diesem Gase gefüllt worden ist, so kann man nach einiger Zeit kein freies Ammoniak darin mehr erkennen. Diefs ist keine Folge davon, dafs das Phosphorchlorid nicht vollständig mit Ammoniak gesättigt war, oder dafs es bei der Behandlung mit Ammoniakgas nicht in allen Theilen vollständig damit in Berührung gekommen war.

Ich erhielt daher bei verschiedenen Analysen von zu verschiedenen Zeiten bereiteten Mengen von Phosphorchlorid Ammoniak sehr verschiedene Resultate.

Das Phosphorchlorid-Ammoniak ist von ganz weifser Farbe. Beim Ausschlufs der Luft erhitzt, zeigt es dieselben Erscheinungen, wie das Phosphorchlorür-Ammoniak. Im Wasser wird es eben so unvollständig gelöst, wie dieses. In Salpetersäure ist es durch längere Digestion auflöslich, eben so, aber unter Entwicklung von Chlorwasserstoffgas in concentrirter Schwefelsäure. Auch im flüssigen Ammoniak und in einer Auflösung von kohlensaurem Kali ist es nach längerer Digestion auflöslich. In geschmolzenes Kalihydrat getragen, wird es sogleich unter Ammoniakentwicklung zersetzt, wobei die Stücke der Verbindung eine Feuererscheinung zeigen. Wird die geschmolzene Masse in Wasser aufgelöst, so enthält die Auflösung Chlorkalium und phosphorsaures Kali. Auch wenn es mit kohlensaurem Kali oder Natron geschmolzen worden ist, ist die geschmolzene Masse im Wasser vollständig auflöslich.

1,002 Grm. der Verbindung wurden mit kohlensaurem Natron geschmolzen; die geschmolzene Masse in Wasser aufgelöst, mit Salpetersäure übersättigt und mit salpetersaurer Silberoxydauflösung gefällt, gab 2,272 Grm. Chlorsilber.

1,312 Grm. von Phosphorchlorid-Ammoniak, das zu einer andern Zeit bereitet worden war, wurden durch

Digestion in einer Auflösung von kohlensaurem Kali aufgelöst. Die Auflösung mit Salpetersäure übersättigt, gab mit salpetersaurer Silberoxydauflösung 3,156 Grm. Chlorsilber.

Es ist möglich, dafs beim ersten Versuch durch's Glühen Chlornatrium verflüchtigt worden ist, und dafs das Resultat des zweiten Versuches sich mehr der Wahrheit nähert. Nach der ersten Analyse erhielt ich 55,94 Procent Chlor, nach der zweiten 59,34 Proc. Letztere Zusammensetzung nähert sich der einer Verbindung von einem Atom Phosphorchlorid mit 5 Atomen Ammoniak, welche 60,17 Proc. Chlor enthält, und im Hundert zusammengesetzt wäre aus:

Phosphorchlorid	70,84
Ammoniak	29,16
	100,00.

Ich bin indessen ungewifs, ob diefs die wahre Zusammensetzung des Phosphorchlorid-Ammoniaks sey. — Als ich Phosphorchlorid-Ammoniak, welches in einer mit Ammoniakgas gefüllten Flasche aufbewahrt worden war, von Neuem mehrere Male mit Ammoniakgas sättigte, wenn die Flasche aufhörte freies Ammoniak zu enthalten, so erhielt ich aus 1,673 Grm. desselben, nachdem es auf die Weise behandelt worden war, wie es im zweiten Versuch angegeben worden ist, 4,988 Grm. Chlorsilber, was 73,55 Proc. Chlor in der Substanz entspricht.

Schwefelkalium mit Phosphorwasserstoff.

Es wurde in einem Appparat über erhitztes schwefelsaures Kali Schwefelwasserstoffgas so lange geleitet, bis ersteres vollständig in die Verbindung von Schwefel mit Kalium verwandelt worden war, welche Berzelius viertes Schwefelkalium nennt, und von der er es ungewifs läfst, ob sie eine selbstständige Schwefelungsstufe sey, oder eine Ver-

bindung von zwei verschiedenen. Sie enthält auf 2 At. Kalium 7 At. Schwefel.

Der Apparat mit diesem Schwefelkalium wurde darauf mit einem Apparate in Verbindung gebracht, in welchem selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas entwikkelt wurde, welches, wie immer, sorgfältig durch Chlorcalcium getrocknet worden war. In der Kälte geschah keine Zersetzung; als indessen das Schwefelkalium schwach erhitzt wurde, und es sich dadurch schwarzbraun färbte, entwickelte es Schwefelwasserstoffgas; es färbte sich erst an den dünnsten Stellen weifs, und endlich, als die Entbindung vom Schwefelwasserstoffgas vollständig aufgehört hatte, hatte es sich in eine bei der angewandten Hitze ungeschmolzenen Masse von ganz weifser Farbe verwandelt. — Zur vollständigen Umwandlung des Schwefelkaliums in diese Substanz war es nöthig, dafs das Phosphorwasserstoffgas sechs bis sieben Stunden über dasselbe geleitet wurde.

Diese Masse zerflofs an der Luft, schmeckte hepatisch und war im Wasser vollständig auflöslich. Die Auflösung roch nach Schwefelwasserstoff, und blaute geröthetes Lackmuspapier. Wurde heifses Wasser zur Auflösung angewandt, so entwickelten sich dabei Gasblasen, welche aus Schwefelwasserstoffgas bestanden. Eine Auflösung von Chlorbaryum brachte in derselben eine Fällung von phosphorsaurer Baryterde hervor, welche vollständig in verdünnter Chlorwasserstoffsäure auflöslich war, und bei Uebersättigung der sauren Auflösung mit Ammoniak wieder erschien.

Wurde die Auflösung der weifsen Masse mit Chlorwasserstoffsäure versetzt, so entband sich Schwefelwasserstoffgas, und es entstand dabei eine Trübung durch Schwefel. Wurde die Substanz mit rauchender Salpetersäure behandelt, so setzte sich Schwefel ab, und die oxydirte Flüssigkeit enthielt Schwefelsäure und Phosphorsäure.

Die Substanz bestand also aus Kalium, Schwefel und Phosphor, welche letztere sich durch die Behandlung mit Wasser in Schwefelwasserstoff und in Phosphorsäure verwandelt hatten. Ich habe mehrere Versuche angestellt, um das Verhältnifs der Bestandtheile der Substanz auszumitteln. Diese Analysen, so wie alle Versuche mit dieser Substanz überhaupt, sind indessen schon vor sehr langer Zeit angestellt, und in neueren Zeiten von mir nicht wiederholt worden. Sie sind daher etwas mangelhaft.

1,250 Grm. (viertes) Schwefelkalium wogen, nachdem sie mit Phosphorwasserstoffgas so lange behandelt worden waren, bis sich keine Spur von Schwefelwasserstoffgas mehr entwickelte, 1,193 Grm.

1,099 Grm. Schwefelkalium, auf dieselbe Weise mit Phosphorwasserstoffgas behandelt, wogen nach dem Versuche 1,091 Grm..

1,283 Grm. Schwefelkalium gaben bei einem dritten Versuche nach der Behandlung mit Phosphorwasserstoffgas eine Masse, welche 1,239 Grm. wog.

Nach diesen drei Versuchen ist die Substanz im Hundert zusammengesetzt aus:

	I.	II.	III.
Kalium	43,00	41,34	42,53
Schwefel und Phosphor	57,00	58,66	57,47
	100,00	100,00	100,00.

Als ich die erhaltenen Substanzen, um in denselben die Menge des Schwefels zu bestimmen, vorsichtig mit rauchender Salpetersäure behandelte, konnte ich es nicht vermeiden, dafs sich dabei etwas Schwefelwasserstoffgas entwickelte. Die Einwirkung war äufserst heftig und fand unter starker Feuererscheinung statt. Es war dabei fast unmöglich einen Verlust zu vermeiden. Aus den 1,091 Gramm der Substanz vom zweiten Versuche erhielt ich, nachdem die oxydirte Flüssigkeit mit Wasser verdünnt

und mit einer Auflösung von Chlorbaryum versetzt wurde, 3,287 Grm. schwefelsaure Baryterde, und aus den 1,239 Grm. vom dritten Versuch auf dieselbe Weise 4,050 Grm. schwefelsaure Baryterde. Ersteres entspricht 41,57 Proc., und letzteres 45,02 Proc. Schwefel, was sehr stark von einander abweicht. Letzterer Versuch war indessen mit mehr Vorsicht, als der andere angestellt; aber dennoch war ein gänzlicher Verlust nicht vermieden worden. Der Schwefelgehalt mufste daher offenbar gröfser seyn.

Es ist sehr wahrscheinlich, dafs in der Substanz 2 Atome Kalium mit 5½ Atomen Schwefel und 1 Atom Phosphor verbunden sind. Eine solche Verbindung würde im Hundert bestehen aus:

Kalium	42,93
Schwefel	48,47
Phosphor	8,60
	100,00.

Diese Verbindung ist dann sehr einfach auf die Weise entstanden, dafs 1 Atom Schwefelkalium ($K + S^7$) und 1 Atom Phosphorwasserstoffgas ($P + 3H$) auf die Weise auf einander gewirkt haben, dafs der Wasserstoff des letzteren sich mit so viel Schwefel, als zur Bildung von Schwefelwasserstoffgas erfordert wird, verbunden hat.

Diese Zusammensetzung verdient deshalb einige Beachtung, weil aus ihr hervorgeht, dafs die Substanz betrachtet werden mufs als ein Phosphorschwefelsalz oder als eine Verbindung von Schwefelkalium mit Schwefelphosphor. Entweder ist dann in ihr das erste Schwefelkalium mit einem Schwefelphosphor verbunden, welcher aus 1 Atom Phosphor und 3½ Atomen Schwefel besteht, oder es ist, was bei den von Berzelius dargestellten Schwefelsalzen noch nicht beobachtet ist, in dem Schwefelsalz das zweite Schwefelkalium (KS^2) enthalten, und mit einem Schwefelphosphor verbunden, der aus 1 At. Phosphor und 1½ At. Schwefel besteht.

Aus den oben angeführten Erscheinungen, welche bei der Auflösung dieses Schwefelsalzes stattfinden, geht hervor, dafs dasselbe sich nicht unzersetzt in Wasser auflöst. Die Auflösung zeigt Phosphorsäure und freien Schwefelwasserstoff, der durch heifses Wasser gasförmig sich aus der Substanz entbindet. Sie enthält ferner ein Schwefelkalium aufgelöst, welches bei Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure Schwefel fallen läfst. Die Zersetzung der Verbindung durch Wasser geschieht auf die Weise, dafs der Phosphor und die Hälfte des Kaliums sich zu phosphorsaurem Kali oxydiren, die andere Hälfte des Kaliums mit 2 Atomen Schwefel als Schwefelkalium aufgelöst blieb, und $3\frac{1}{2}$ At. Schwefel sich in Schwefelwasserstoffgas verwandeln.

Eine ähnliche Verbindung, aber in anderen Verhältnissen zusammengesetzt, erhielt ich, als ich Phosphorwasserstoffgas mit wasserstoffschwefligem Schwefelkalium behandelte, welches durch Einwirkung von Schwefelwasserstoffgas auf kohlensaures Kali gebildet worden war. Bei der Behandlung mit Phosphorwasserstoffgas bei schwacher Hitze fing die Masse an stark zu schäumen, während Schwefelwasserstoffgas sich daraus entwickelte. Als das Blasenwerfen aufhörte, wurde die Masse dickflüssig. Nach dem Erkalten hatte sie eine weifse Farbe mit einem schwachen Stich in's Gelbröthliche. Sie zog begierig Feuchtigkeit aus der Luft an. Sie enthielt mehr Kalium und Phosphor, aber weniger Schwefel, als die vorher erwähnte Verbindung.

Berzelius führt in seiner Abhandlung über die Schwefelsalze an *), dafs er sich von der Existenz der Phosphorschwefelsalze durch Behandlung des Phosphors mit Schwefelhepar überzeugt hat.

*) Diese Annalen, Bd. VII S. 158.

Phosphormetalle auf nassem Wege bereitet.

Schon vor längerer Zeit habe ich Untersuchungen über das Verhalten des Phosphorwasserstoffgases gegen Auflösungen von Metallen angestellt *), welche nicht mit denen von andern Chemikern übereinstimmten. Ich habe in neueren Zeiten mehrere derselben wiederholt.

Die meisten Versuche in dieser Hinsicht stellte ich früher mit *Silberoxydauflösungen* an, und zwar in der Absicht, um aus den Producten der Zersetzung einen Schluſs auf die Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases machen zu können, was mir indessen nicht gelang, da die Resultate der Versuche sehr von einander abwichen. Von allen metallischen Auflösungen wirken die des Silbers mit am empfindlichsten auf das Phosphorwasserstoffgas, so daſs man sich derselben sehr gut als Reagenz bedienen kann, um sehr kleine Mengen von Phosphorwasserstoffgas zu entdecken, wenn dieselben mit andern Gasarten gemengt sind, welche nicht auf Silberauflösungen wirken. Das Silber wird daraus im Anfange braun gefällt, ungefähr auf dieselbe Weise wie aus seinen Auflösungen durch Zinnchlorür oder durch phosphorichte Säure. Die Erscheinungen, welche im Uebrigen hierbei stattfinden, habe ich an dem oben angeführten Orte umständlich beschrieben. Ich zeigte, daſs sich das Silber im metallischen Zustande durch Phosphorwasserstoffgas fällte, und daſs dabei Phosphorsäure gebildet wurde. Es konnte, wie ich glaube, letztere Angabe um so weniger Zweifel erregen, da ich die Menge der dabei erzeugten Phosphorsäure quantitativ bestimmte.

Da indessen Hr. Landgrebe in Marburg **) durch Phosphorwasserstoffgas in Silberoxydauflösungen Phos-

*) Diese Annalen, Bd. XIV S. 183.

**) Schweigger-Seidel's Jahrbuch der Chemie, Bd. XXV S. 96.

phorsilber erhielt, so wiederholte ich den Versuch auf die Weise, dafs ich aus einer salpetersauren Silberoxydauflösung durch selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas so lange alles Silber fällte, dafs in der vom erzeugten Niederschlage abfiltrirten Flüssigkeit keine Trübung durch Chlorwasserstoffsäure entstand. Das erhaltene Silber wurde in Salpetersäure aufgelöst, und aus der Auflösung durch Chlorwasserstoffsäure als Chlorsilber gefällt. In der vom Chlorsilber getrennten Flüssigkeit konnte ich indessen durch Reagentien keine Phosphorsäure auffinden. — Eben so rein von Phosphor verhielt sich bei der Prüfung ein Silber, das ich vor längerer Zeit durch Phosphorwasserstoffgas aus einer schwefelsauren Silberoxydauflösung reducirt hatte.

Aus der Abhandlung des Hrn. Landgrebe scheint indessen hervorzugehen, dafs der von ihm durch Phosphorwasserstoffgas aus einer Silberoxydauflösung erhaltene Niederschlag wirklich aufser Silber auch Phosphor enthielt. Ich kann mir diefs nur auf die Weise erklären, dafs vielleicht unmittelbar aus dem von ihm angewandten Apparate das selbstentzündliche Gas in die Silberoxydauflösung geleitet wurde, so dafs die dem Gase folgenden Phosphordämpfe sich nicht anders als in der Flüssigkeit absetzen konnten, durch welche das Gas geleitet wurde. — Ich leitete bei diesen Versuchen, wie bei allen anderen, das Gas erst durch eine lange Röhre, welche mit Chlorcalcium angefüllt war, so dafs sich das Gas abkühlen und die Phosphordämpfe sich vollkommen absetzen konnten.

Die hauptsächlichste Ursache, warum die Resultate meiner früheren Versuche nicht unter einander übereinstimmten, war wohl unstreitig die, dafs, wenn das Phosphorwasserstoffgas länger durch die Silberoxydauflösung streicht, als nothwendig ist, um alles Silber zu fällen, sich leicht beim Zutritt der Luft phosphorichte Säure bildet, wovon ich mich durch neuere Versuche überzeugt

quantitativ zu bestimmen.

Wie Silberoxydauflösunge
Phosphorwasserstoffgas auch d
derer, aber nicht aller edler M
Goldes, wie ich diefs auch s
so dafs das, was ich früher vo
phorwasserstoffgases gegen Auf
kannt machte *), eigentlich nu
niger edler Metalle und nicht

Gegen *Quecksilberauflösu*
phorwasserstoffgas, wie ich di
habe, auf eine ganz andere W
lösungen irgend eines anderen
tersuchungen in dieser Hinsicht
sind, so werde ich meine Ver
theilen.

Die widersprechendsten An
Natur des Niederschlages, der d
gas in *Kupferoxydauflösungen*
an, dafs Phosphorwasserstoffgas
Säure vollkommen, und selbst
rücklassung des ihm beigemeng
einer Auflösung ...

Phosphorwasserstoffgas durch eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd geleitet wird, keine Phosphorsäure, sondern nur Phosphorkupfer gebildet werde *). Als er indessen diese Versuche in neueren Zeiten wiederholte, glaubte er zu finden, dafs dieses Phosphorkupfer beim Zutritt der Luft und Wasser sich zum Theil in rothes metallisches Kupfer und in Phosphorsäure verwandle **). Auch Landgrebe führte früher an, dafs er durch Phosphorwasserstoffgas aus der Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd Phosphorkupfer erhalten habe, welches nach seiner Analyse 36,72 Proc. Phosphor enthält ***). Später indessen giebt er an, dafs sich auch auf diese Weise ein Niederschlag bilde, der aus reinem Kupfer besteht †).

Als ich früher beide isomerische Modificationen des Phosphorwasserstoffgases durch eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd leitete und die vom erhaltenen Niederschlage getrennte Flüssigkeit prüfte, fand ich, dafs sie Phosphorsäure enthielt. Bei der Untersuchung des erhaltenen Niederschlags fand ich ferner, dafs derselbe bei einer ganz geringen Hitze beim Ausschlufs der Luft kupferroth und metallisch glänzend wurde, ohne dafs sich dabei ein flüchtiger Körper ausschied, und dafs er, durch die Löthrohrflamme erhitzt, keine Phosphorflamme zeigte, wie diefs gewöhnlich bei anderem Phosphorkupfer der Fall ist. Ich konnte daher den Niederschlag eben so gut für metallisches Kupfer halten, wie den Niederschlag, der sich unter ähnlichen Umständen aus Silberoxydauflösungen gebildet hatte, für metallisches Silber, zumal da ich auf andere Weise sehr oft Phosphorkupfer bereitet hatte, welches von ganz anderen chemischen Eigenschaften als dieser Niederschlag war. Da ich nur eine geringe Menge

*) Diese Annalen, Bd. XVI S. 366.

**) Ebend. Bd. XXII S. 254.

***) Schweigger-Seidel's Jahrbuch, Bd. XXIII S. 463.

†) Ebend. Bd. XXX S. 193.

der Fällung erhalten hatte, so unterliefs ich die fernere Untersuchung derselben.

Da indessen aus den Untersuchungen von Buff hervorgeht, dafs wirklich in dem Niederschlage Phosphor enthalten ist, so habe ich in neueren Zeiten meine Versuche über denselben wiederholt. Das Phosphorwasserstoffgas wurde durch die schwefelsauren Kupferoxydauflösungen, so viel wie möglich beim Ausschlufs der atmosphärischen Luft, geleitet. Wenn auch der Strom desGases ziemlich rasch ging, so zeigte sich erst eine schwärzliche Trübung in der Auflösung nach ½ oder einer ganzen Stunde, die dann bald sehr zunahm. Nachdem der Niederschlag sich gesetzt hatte, wurde er schnell filtrirt, ausgesüfst und im luftleeren Raume über Schwefelsäure getrocknet. In der vom Niederschlage abfiltrirten Flüssigkeit, die noch sehr viel unzersetztes schwefelsaures Kupferoxyd aufgelöst enthielt, zeigten indessen bei jeder Wiederholung des Versuchs Reagentien immer die Gegenwart der Phosphorsäure an, wie ich diefs schon früher angegeben hatte. Auf die leichteste Weise kann man sich bei Anwesenheit von Schwefelsäure von der Gegenwart kleiner Mengen Phosphorsäure überzeugen, wenn man aus der Auflösung das Kupferoxyd vermittelst eines Stromes von Schwefelwasserstoffgas als Schwefelkupfer entfernt, den Ueberschufs des Schwefelwasserstoffgases durch Erhitzung wegbringt, und nach Uebersättigung der Flüssigkeit mit Ammoniak sie mit einer Auflösung von schwefelsaurer Talkerde vermischt, welche mit einer Auflösung von Chlorwasserstoff-Ammoniak und mit freiem Ammoniak im Ueberschufs versetzt worden war. Es entsteht dann der bekannte Niederschlag von phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde, welcher sich auch in der verdünntesten Auflösung zeigt. Buff suchte die Gegenwart der Phosphorsäure in dieser Flüssigkeit auf die Weise, dafs er sie zuerst vermittelst Schwefelwasserstoffgas vom Kupferoxyd befreite, durch eine Auflösung von Chlorbaryum die Schwe-

felsäure fällte, und die von der schwefelsauren Baryterde getrennte Auflösung mit Ammoniak versetzte. Er erhielt keinen Niederschlag von phosphorsaurer Baryterde, vielleicht wohl, weil dieselbe in den gebildeten ammoniakalischen Salzen aufgelöst blieb.

Die merkwürdigste Eigenschaft des Niederschlags, welcher von schwarzer Farbe ist, ist unstreitig wohl die, dafs er, wenn er auch nur schwach erhitzt wird, eine kupferrothe Farbe und metallischen Glanz annimmt, welche beide von denen des Kupfers, welches durch Reduction des Kupferoxyds vermittelst Wasserstoffgas erhalten wird, gar nicht verschieden sind. Es entwickelt sich bei der Erhitzung weder Wasserstoffgas noch Phosphor, sondern nur Feuchtigkeit, wenn der Niederschlag nicht vollständig getrocknet worden war. Auf Kohle durch die Löthrohrflamme erhitzt, zeigt er kein Phosphorflämmchen, wie Phosphorkupfer, das durch Behandlung von wasserfreiem Kupferchlorid mit Phosphorwasserstoffgas erhalten wird. Dessen ungeachtet ist der erhitzte Niederschlag kein reines Kupfer, sondern Phosphorkupfer, was um so auffallender ist, da bei keiner Art von Phosphorkupfer, welche auf irgend eine andere Weise bereitet worden ist, eine ähnliche Veränderung durch die Hitze wahrgenommen wird.

In Chlorwasserstoffsäure ist der Niederschlag im erhitzten und im nicht erhitzten Zustande nicht mehr auflöslich, als sonst fein zertheiltes Kupfer beim Zutritt der Luft, weshalb dasselbe keine Kupferoxydulverbindung seyn kann. In concentrirter Schwefelsäure löst er sich unter Entwicklung von schweflichter Säure auf. In Salpetersäure ist er auflöslich, besonders leicht im nicht erhitzten Zustande; die Auflösung enthält aufser Kupferoxyd noch Phosphorsäure.

Der Niederschlag, welcher durch das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas in schwefelsaurer Kupferoxydauflösung gebildet worden ist, ist von ganz dersel-

ben Beschaffenheit, wie der, welcher durch das Gas der phosphorichten Säure in derselben erzeugt worden ist.

Zur Analyse wurde der Niederschlag angewandt, nachdem er beim Ausschlufs der Luft geglüht worden war, weil er dann besser gewogen werden konnte. Er wurde in Salpetersäure aufgelöst und durch die Lösung ein Strom von Schwefelwasserstoffgas geleitet; das erhaltene Schwefelkupfer wurde beim Zutritt der Luft geglüht, darauf in Salpetersäure aufgelöst und aus der Auflösung das Kupferoxyd durch Kaliauflösung heifs gefällt.

In einem Versuche erhielt ich aus 0,910 Grm. des geglühten Niederschlages auf diese Weise 0,877 Grm. Kupferoxyd; in einem zweiten Versuche gaben mir 1,5795 Grm. des geglühten Niederschlages, der zu einer andern Zeit bereitet worden war, 1,499 Grm. Kupferoxyd; bei einem dritten Versuche indessen erhielt ich aus 1,153 Grm. des Niederschlages 1,154 Grm. Kupferoxyd. — Bei den beiden ersten Versuchen wurde ein Phosphorkupfer angewandt, welches durch selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas bereitet worden war; zu dem dritten Versuche hingegen wurde der Niederschlag genommen, welcher durch Phosphorwasserstoffgas aus der phosphorichten Säure erhalten worden war.

Nach dem ersten Versuche enthält die Verbindung 76,93 Proc. Kupfer, nach dem zweiten 75,76 Proc., und nach dem dritten 79,84 Proc. Das Fehlende kann als Phosphorgehalt angenommen werden. Die Resultate der beiden ersten Versuche stimmen ziemlich gut mit einer berechneten Zusammensetzung eines Phosphorkupfers aus 2 Atomen Phosphor mit 3 Atomen Kupfer überein, welches entstehen müfste, wenn der Wasserstoff des Phosphorwasserstoffgases sich mit dem Sauerstoff des Kupferoxyds, und der ganze Phosphorgehalt des erstern mit dem Kupfergehalt des letztern verbindet. Ein solches Phosphorkupfer würde 75,16 Procent Kupfer enthalten. Ein kleiner Theil des Phosphors vom Phosphorwasser-

stoffgase hat sich also bei diesen Versuchen entweder durch den Sauerstoff des Kupferoxyds, oder durch den der atmosphärischen Luft, deren Zutritt indessen so viel wie möglich während des Versuches abgehalten wurde, in Phosphorsäure verwandelt. Die Menge der gebildeten Phosphorsäure war bedeutend gröfser, als das nicht von selbst entzündliche Gas mit der Kupferoxydauflösung behandelt wurde.

Es scheint, als wenn das Kupferoxyd sich eben so wenig in einer Auflösung durch Phosphorwasserstoffgas vollständig in Phosphorkupfer verwandeln liefse, wie im trocknen Zustande. Als ich vor längerer Zeit über erwärmtes Kupferoxyd und Kupferoxydul trocknes Phosphorwasserstoffgas strömen liefs, erhielt ich zwar Phosphorkupfer, aber zugleich auch Phosphorsäure *), und dem Anscheine nach mehr, als beim Durchleiten des Gases durch eine Kupferoxydauflösung. Dafs auf trocknem Wege Chlorkupfer und Schwefelkupfer durch Phosphorwasserstoffgas vollständiger in Phosphorkupfer und in Chlorwasserstoff oder Schwefelwasserstoff sich zersetzen, rührt wohl offenbar von der geringeren Verwandtschaft des Phosphors zum Chlor und Schwefel als zum Sauerstoff her, welche so stark ist, dafs der Phosphor, besonders bei erhöhter Temperatur, das Wasser zersetzt.

Dasselbe Phosphorkupfer, das bei vollständiger Zersetzung einer Kupferoxydauflösung durch Phosphorwasserstoffgas sich eigentlich bilden mufste, wenn die Erzeugung der Phosphorsäure verhindert werden könnte, erhält man, wenn dieses Gas im trocknen Zustande über erhitztes Kupferchlorid geleitet wird. Aber dieses Phosphorkupfer unterscheidet sich in seinen chemischen Eigenschaften aufserordentlich von dem, von welchem hier die Rede ist; denn es zeigt ein Phosphorflämmchen, wenn es durch die Löthrohrflamme erhitzt wird, und verliert auch durch die stärkste Hitze beim Ausschlufs der Luft

*) Diese Annalen, Bd. VI S. 204.

nicht seine graue metallische Farbe. Diese verschiedenen Arten von Phosphorkupfer sind daher isomerisch, und zwar noch auf eine auffallendere Art, als das schwarze und rothe Schwefelquecksilber.

Eine *Bleioxydauflösung* wird durch Phosphorwasserstoffgas noch weit schwerer gefällt, als eine Kupferoxydauflösung. Ich konnte erst einen Niederschlag erhalten, nachdem ich während zwei Stunden ununterbrochen einen Strom des Gases durch eine Auflösung von essigsaurem Bleioxyd leitete; der Niederschlag war braun. Durch die Löthrohrflamme erhitzt, zeigte er ein Phosphorflämmchen und verwandelte sich in phosphorsaures Bleioxyd, dessen Kugel beim Erkalten sehr schön krystallisirte. In der von dem Phosphorblei abfiltrirten Flüssigkeit konnte ich durch Reagentien nicht die Gegenwart der Phosphorsäure finden. Wenn sich indessen auch bei diesem Versuche dieselbe gebildet haben sollte, so würde sie sich als phosphorsaures Bleioxyd, das in Essigsäure sehr schwer und unbedeutend auflöslich ist, mit dem Phosphorblei niedergeschlagen haben.

Noch schwerer als die Bleiauflösungen scheinen die *Zinnauflösungen* durch Phosphorwasserstoffgas gefällt zu werden. Ich konnte keinen Niederschlag erhalten, als ich ziemlich lange Zeit hindurch einen Strom von Phosphorwasserstoffgas durch eine Auflösung von Zinnchlorid leitete; letztere wurde dadurch nur gelb gefärbt. Man erhält indessen, wie ich schon früher bemerkt habe, auf nassem Wege ein Phosphorzinn, wenn Zinnchlorid-Phosphorwasserstoff in Wasser aufgelöst wird. Es entsteht dann durch Einwirkung des entweichenden Phosphorwasserstoffgases auf das aufgelöste Zinnchlorid Zinnchlorür und Phosphorzinn, welches einen gelben Niederschlag bildet, der lange in der Auflösung suspendirt bleibt, und sich leicht oxydirt, wenn er sich nicht beim Ausschlufs der Luft absetzen kann. Getrocknet zeigt dasselbe eine Phosphorflamme, wenn es durch die Löthrohrflamme erhitzt wird,

und giebt Zinnkörner, wenn man es mit kohlensaurem Natron auf Kohle mit der inneren Flamme des Löthrohrs behandelt. Erhitzt man es in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas, so verliert es seinen Phosphorgehalt und verwandelt sich in metallisches Zinn.

Zur Analyse dieses Körpers wurden 0,746 Grm., welche über Schwefelsäure im luftleeren Raume getrocknet worden waren, mit Salpetersäure oxydirt. Das sich abscheidende Zinnoxyd enthielt noch Phosphorsäure, welche es aber vollständig verlor, als es längere Zeit mit einem Gemisch von concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure digerirt und gekocht wurde. Ich erhielt 0,526 Gramm Zinnoxyd, das bei der Prüfung rein von Phosphorsäure befunden wurde.

0,293 Grm. einer anderen Menge des Phosphorzinns auf dieselbe Weise behandelt, gaben 0,212 Grm. Zinnoxyd.

Nach diesen beiden Versuchen ist das Phosphorzinn im Hundert zusammengesetzt aus:

	I.	II.
Zinn	55,43	56,88
Phosphor	44,57	43,12
	100,00	100,00.

Diefs entspricht einer Verbindung von einem Atom Zinn und drei Atomen Phosphor, welche, wie diefs schon oben S. 160 bemerkt worden ist, im Hundert aus 55,55 Procent Zinn und 44,45 Procent Phosphor besteht.

Das Phosphorzinn entsteht, wenn sechs Atome Phosphorwasserstoff auf eine Auflösung von sieben Atomen Zinnchlorid einwirken. Es bilden sich dann zwei Atome Phosphorzinn (SnP^3), welche aus der Flüssigkeit gefällt werden, fünf Atome Zinnchlorür und 18 Atome Chlorwasserstoffsäure, welche beide aufgelöst bleiben.

Phosphormetalle auf trocknem Wege bereitet.

Der Phosphor kann sich auf trocknem Wege mit mehreren Metallen in mannigfaltigen Verhältnissen verbinden, zu mehreren indessen scheint er eine sehr schwache Verwandtschaft zu äufsern, so dafs schon eine geringe Hitze hinreichend ist, den Phosphor vom Metall zu trennen. Die Phosphormetalle sind im Ganzen genommen sehr wenig bis jetzt untersucht. Man hat sie bekanntlich theils durch Behandlung phosphorsaurer Metalloxyde mit Kohle, theils auch durch Reduction von Phosphorsäure durch Kohle und Hinzufügung eines Metalles, und endlich auch unmittelbar durch Erhitzung von Phosphor und Metallen darzustellen gesucht. Ich werde von den auf diese Weise bereiteten Phosphormetallen hier nicht reden, sondern will nur vorzüglich die Verbindungen des Phosphors mit den Metallen erwähnen, welche durch Behandlung von einigen Chlor- und Schwefelmetallen mit Phosphorwasserstoffgas hervorgebracht werden.

Phosphorkupfer. — Mit dem Kupfer kann sich der Phosphor in mehreren Verhältnissen verbinden, wenn Phosphorwasserstoffgas mit Chlor- oder Schwefelverbindungen des Kupfers behandet wird. Alle diese Verbindungen haben in ihren Eigenschaften viel Aehnlichkeit mit einander. Sie sind alle von grauschwarzer Farbe, uud von metallischem Glanze, wenn sie beim Ausschlufs der Luft stärker erhitzt werden, sonst gewöhnlich unmittelbar nach ihrer Bereitung schwarz und pulverförmig. Nie aber verändern sie durch's Erhitzen ihre Farbe in's Rothe. Vor dem Löthrohr auf Kohle erhitzt, zeigen sie ein Phosphorflämmchen. Sie sind in Chlorwasserstoffsäure unlöslich, von Salpetersäure und Königswasser hingegen werden sie leicht und vollständig aufgelöst, wobei der Phosphor zu gleicher Zeit mit dem Kupfer vollständig zu Phosphorsäure oxydirt wird, ohne dafs sich hier-

bei das Metall früher auflöst und ein Theil des Phosphors sich abscheidet.

Die Verbindungen des Kupfers mit dem Phosphor, welche hauptsächlich durch Phosphorwasserstoffgas gebildet werden, sind die, welche durch Einwirkung desselben auf Kupferchlorid und Kupferchlorür entstehen. Sie bestehen, wie ich diefs schon in früheren Abhandlungen gezeigt habe, erstere aus 2 At. Phosphor mit 3 At. Kupfer, letztere aus 1 At. Phosphor mit 3 At. Kupfer.

Die höheren Phosphorstufen des Kupfers, selbst wenn sie bedeutend mehr Phosphor enthalten, als die eine der so eben genannten, verlieren selbst durch ziemlich starke Erhitzung keinen Phosphor. Diefs geschieht indessen, wenn sie sehr lange bei der stärksten Hitze, die Glas, ohne weich zu werden, ertragen kann, in einem Strom von Wasserstoffgas erhitzt werden. Es wird dadurch Phosphor abgetrieben, und das entweichende Gas brennt, erst unter Wasser geleitet, von selbst beim Zutritt der Luft, aber mehr mit der grünlichen Flamme des Phosphordampfs, nicht mit der des Phosphorwasserstoffgases.

Nachdem das Phosphorkupfer auf diese Weise so lange mit Wasserstoffgas behandelt worden war, dafs es nach dem Erkalten nicht mehr an Gewicht verlor, bildete es eine zusammengesinderte, hellgraue metallische Masse. 1,291 Grm. davon, in Salpetersäure aufgelöst und aus der Auflösung das Kupfer durch Schwefelwasserstoffgas als Schwefelkupfer gefällt, gaben, nachdem letzteres in Oxyd verwandelt worden war, 1,365 Grm. Kupferoxyd. Aus einer anderen Menge Phosphorkupfer im Minimum vom Phosphor, welches auf dieselbe Weise zu einer anderen Zeit bereitet worden war, erhielt ich aus 0,885 Grm. auf ähnliche Weise 0,936 Grm. Kupferoxyd. Die Analysen gaben also 84,41 Proc. und 84,43 Procent Kupfer in diesem Phosphorkupfer an, welches die Verbindung des Kupfers mit dem Phosphor zu seyn

scheint, in welchem die geringste Menge von letzterem nach einem bestimmten Verhältnisse enthalten ist. Diese Verbindung ist die nämliche, welche auch durch Behandlung von Kupferchlorür oder Schwefelkupfer mit Phosphorwasserstoffgas entsteht. Sie besteht aus 1 At. Phosphor und 3 At. Kupfer, und enthält der Berechnung nach im Hundert 85,82 Kupfer und 14,18 Phosphor.

Ich habe schon früher angeführt *), dafs man durch Behandlung des Kupferoxyds und des Kupferoxyduls mit Phosphorwasserstoffgas zwar Phosphorkupfer, aber nicht im reinen Zustande, sondern gemengt mit Phosphorsäure erhält, unstreitig wohl, weil der Phosphor bei der erhöhten Temperatur dem gebildeten Wasser Sauerstoff entzieht.

Wird Phosphorwasserstoffgas über wasserfreies schwefelsaures Kupferoxyd geleitet, so geschieht in der Kälte keine Einwirkung; aber gelinde erwärmt, wird die Masse sogleich braun und dann schwarz. Es entwickelt sich dabei schweflichtsaures Gas und Wasser. Die erhaltene Substanz ist hart, zeigt, durch die Löthrohrflamme auf Kohle erhitzt, ein Phosphorflämmchen, wie anderes Phosphorkupfer, löst sich nicht in Chlorwasserstoffsäure, wohl aber in Salpetersäure auf, wobei aber Schwefel ungelöst bleibt; in der Auflösung wird durch eine Auflösung von Chlorbaryum schwefelsaure Baryterde gefällt. Sie besteht also aus einer Verbindung von Phosphorkupfer mit Schwefelkupfer, welches letztere sich bei längerer Behandlung mit Phosphorwasserstoffgas auch in Phosphorkupfer verwandelt haben würde.

Ich erhielt Phosphorkupfer, als ich Wasserstoffgas über stark erhitztes phosphorsaures Kupferoxyd leitete, welches durch Fällung einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd mit einer Auflösung von phosphorsaurem Natron erhalten worden war. Das Salz wurde bei der ersten Einwirkung des Gases durch Reduction des

*) Diese Annalen, Bd. VI S. 204.

Kupferoxyds zu Oxydul gelb; bei stärkerer Hitze wurde es indessen unter Bildung von Wasser in grauschwarzes Phosphorkupfer verwandelt. Es gehörte indessen dazu die stärkste Hitze, welche die Flamme einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge hervorbringen konnte; das Glas wurde dabei stark angegriffen. Nach dem Erkalten fand sich das Phosphorkupfer im Apparate in einem deutlich krystallisirtem Zustand.

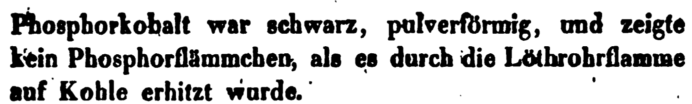
0,872 Grm. von diesem Phosphorkupfer gaben nach der Auflösung in Salpetersäure, Fällung des Kupfers durch Schwefelwasserstoffgas und Verwandlung des Schwefelkupfers in Kupferoxyd, 0,711 Grm. Kupferoxyd. Die Verbindung bestand also im Hundert aus:

Kupfer	65,09
Phosphor	34,91
	100,00.

Diese Zusammensetzung entspricht der eines Phosphorkupfers, das aus gleichen Atomen Kupfer und Phosphor besteht, und welches der Berechnung nach im Hundert 66,86 Kupfer und 33,14 Phosphor enthält. Das angewandte phosphorsaure Kupferoxyd war daher ein neutrales phosphorsaures Salz.

Phosphorkobalt. — Chlorkobalt wird eben so leicht wie Chlorkupfer von Phosphorwasserstoffgas zersetzt. Das erhaltene Phosphorkobalt ist grau, selbst in starker Chlorwasserstoffsäure unauflöslich, aber leicht in Salpetersäure löslich, und in seinen übrigen Eigenschaften dem Phosphorkupfer sehr ähnlich.

Ein sehr reines Phosphorkobalt erhielt ich durch Behandlung des phosphorsauren Kobaltoxyds, welches durch Fällung einer Auflösung von Chlorkobalt mit einer Auflösung von phosphorsaurem Natron erhalten worden war, mit Wasserstoffgas. Das Kobaltsalz wurde leichter dadurch als das phosphorsaure Kupferoxyd zersetzt. Es wurde dabei blofs Wasser entwickelt. Das erhaltene



Phosphorkobalt war schwarz, pulverförmig, und zeigte kein Phosphorflämmchen, als es durch die Löthrohrflamme auf Kohle erhitzt wurde.

Ueber 0,377 Gramm des erhaltenen Phosphorkobalts wurde ein Strom von trocknem Chlorgas geleitet. Im Anfange fand wenig Einwirkung statt; als aber das Phosphormetall schwach erhitzt wurde, fand eine starke Feuererscheinung statt; es sublimirte festes Phosphorchlorid, und das Phosphorkobalt verwandelte sich in krystallisirtes Chlorkobalt, dessen Menge 0,609 Grm. betrug. Nach diesem Versuche bestand das Phosphorkobalt im Hundert aus:

Kobalt	73,47
Phosphor	26,53
	100,00.

Es entspricht diese Zusammensetzung genau der einer Verbindung von 2 At. Phosphor mit 3 At. Kobalt, welche nach der Berechnung im Hundert aus 73,83 Kobalt und 26,17 Phosphor besteht. — Das erhaltene Chlorkobalt wurde, nach der Auflösung im Wasser, durch Fällung vermittelst einer Kaliauflösung in Kobaltoxyd verwandelt, das, durch Wasserstoffgas reducirt, 0,275 Grm. metallisches Kobalt gab. Der Berechnung nach ist in 0,609 Grm. Chlorkobalt 0,277 Grm. Kobalt enthalten.

Da bei der Bildung des Phosphorkobalts aufser Wasser sich nichts verflüchtigte, so war das angewandte phosphorsaure Kobaltoxyd, wie sich aus der Zusammensetzung des Phosphorkobalts ergiebt, kein neutrales, sondern zwei Drittel phosphorsaures Kobaltoxyd.

Phosphornickel. — Chlornickel wird mit gleicher Leichtigkeit wie Chlorkobalt durch Phosphorwasserstoffgas zersetzt. Das gebildete Phosphornickel ist schwarz, unlöslich in Chlorwasserstoffsäure, aber leicht löslich in Salpetersäure. Durch die Löthrohrflamme auf Kohle erhitzt, zeigt es ein Phosphorflämmchen. Auch Schwefelnickel

wird durch Phosphorwasserstoffgas, wie ich schon früher angeführt habe *), unter Schwefelwasserstoffgas-Entwicklung in Phosphornickel verwandelt, doch weit langsamer als Chlornickel.

Man erhält auch Phosphornickel, wenn phosphorsaures Nickeloxyd durch Wasserstoffgas reducirt wird.

Phosphoreisen. — Ich erhielt Phosphoreisen, als ich sehr reinen Schwefelkies mit Phosphorwasserstoffgas bei einer so gelinden Temperatur behandelte, dafs dadurch kein Schwefel aus dem Schwefelkies verflüchtigt werden konnte **). Das erhaltene Phosphoreisen war pulverförmig, in concentrirter und verdünnter Chlorwasserstoffsäure ganz unauflöslich, in Salpetersäure und Königswasser auflöslich. Durch die Löthrohrflamme auf Kohle erhitzt, zeigte es ein Phosphorflämmchen. Es bestand aus 3 Atomen Eisen und 4 Atomen Phosphor.

Phosphorchrom. — Es wurde durch Behandlung von wasserfreiem krystallinischen Chromchlorür mit Phosphorwasserstoffgas erhalten. In der Kälte geschah dadurch keine Zersetzung, wohl aber in der Hitze, doch mufste dieselbe stärker seyn, als zur Bildung von den Verbindungen des Phosphors mit Kupfer, Kobalt, Nickel und Eisen nothwendig ist, weshalb auch durch dieselbe aus dem überflüssig darüber geleiteten Phosphorwasserstoffgas Phosphor abgeschieden wurde. Das Phosphorchrom hatte die Gestalt der Krystallschuppen des Chromchlorürs beibehalten. Die Farbe desselben ist schwarz; es zeigte, durch die Löthrohrflamme erhitzt, ein Phosphorflämmchen, ist unlöslich in Chlorwasserstoffsäure, aber selbst auch fast unlöslich in Salpetersäure und in Königswasser. Durch längeres Kochen damit wird nur eine sehr geringe Menge des Phosphorchroms darin aufgelöst. — Ich erhielt aus 0,573 Grm. Chromchlorür 0,307 Grm. Phosphorchrom. Die Zusammensetzung desselben ist daher:

*) Diese Annalen, Bd. VI S. 211.

**) Ebend. Bd. VI S. 212.

Chrom	64,50
Phosphor	35,50
	100,00.

Diefs Resultat entspricht einer Zusammensetzung aus gleichen Atomen Phosphor und Chrom, welche Verbindung im Hundert aus 64,20 Procent Chrom und 35,80 Proc. Phosphor besteht. Bei der Zersetzung des Chromchlorürs durch Phosphorwasserstoffgas hat dasselbe sich also vollständig in Phosphorchrom und in Chlorwasserstoffgas verwandelt.

Ich habe noch andere Chlor- und Schwefelmetalle vermittelst Phosphorwasserstoffgas in Phosphormetalle zu verwandeln gesucht, aber keine günstigen Resultate erhalten. Es scheint, dafs von den häufiger vorkommenden Metallen sich vorzüglich nur Kupfer, Kobalt, Nickel, Eisen und Chrom leicht auf die erwähnte Weise in Phosphormetalle verwandeln lassen. Mehrere andere Metalle können sich zwar mit Phosphor verbinden, verlieren indessen den Phosphorgehalt wiederum bei der geringen Hitze, welche zur Zersetzung der metallischen Verbindungen vermittelst Phosphorwasserstoffgas nothwendig ist.

Phosphorwasserstoffgas über *Chlorsilber* geleitet, zersetzt dasselbe bei einer sehr geringen Wärme sehr leicht. Der ganze Chlorgehalt des Salzes entweicht sehr bald als Chlorwasserstoffgas, eine bedeutende Menge Phosphor setzt sich an die kälteren Stellen des Apparats ab, und es bleibt metallisches Silber zurück. Aus 2,0735 Grm. Chlorsilber erhielt ich 1,56 Grm. Silber, also fast genau den Silbergehalt des angewandten Salzes.

Langsamer als Chlorsilber, aber unter denselben Erscheinungen, wird *Chlorblei* durch Phosphorwasserstoffgas zersetzt. Es wird unter Entwicklung von Chlorwasserstoffgas und Phosphor in metallisches Blei verwandelt.

Wird Phosphorwasserstoffgas über *Quecksilberchlorid* geleitet, so entwickelt sich aus demselben, wenn es schwach erhitzt wird, Chlorwasserstoffgas mit der gröfsten Heftigkeit. Zugleich bildet sich ein oraniengelbes Sublimat, das ziemlich flüchtig ist und aus Phosphorquecksilber besteht, das indessen für sich schnell erhitzt in Phosphor und in Quecksilber zerfällt.

Chlorzink mit Phosphorwasserstoffgas, bei gelinder Wärme behandelt, entwickelte Chlorwasserstoffgas. Die Operation wurde unterbrochen, als die Zersetzung lange nicht vollständig erfolgt war. Von der Masse löste sich im Wasser das unzersetzte Chlorzink auf; es blieben aber schwärzliche metallische Theile ungelöst, die in Chlorwasserstoffsäure ganz unauflöslich waren, und auf Kohle durch die Löthrohrflamme erhitzt, eine Phosphorflamme zeigten. Sie waren daher Phosphorzink. Ich habe indessen zu wenig davon erhalten, um es genauer zu untersuchen.

Manganchlorür auf dieselbe Weise mit Phosphorwasserstoffgas behandelt, entwickelte Chlorwasserstoffgas, und verwandelte sich in eine schwarze, metallisch aussehende Masse, von welcher Wasser das unzersetzte Manganchlorür auflöste und metallisch glänzende Theile von Phosphormangan hinterliefs, die in Chlorwasserstoffsäure nicht löslich waren, vor dem Löthrohr auf Kohle aber keine Phosphorflämmchen zeigten.

Krystallisirtes *Schwefelzinn* im Minimum von Schwefel zersetzte sich im gepulverten Zustande bei gelinder Wärme sehr langsam durch Phosphorwasserstoffgas; es entband sich Schwefelwasserstoffgas, und es sublimirte Phosphor. Da die Entwicklung des Schwefelwasserstoffgases zu lange dauerte, so wurde die Operation unterbrochen. Der Rückstand enthielt noch viel unzersetztes Schwefelzinn; es schien sich aber kein Phosphorzinn, sondern nur metallisches Zinn gebildet zu haben, denn die behandelte Masse löste sich unter Schwefelwasserstoffgas-

Entwicklung gänzlich in Chlorwasserstoffsäure auf. Es ist wahrscheinlich, dafs durch das freie Wasserstoffgas des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases das gebildete Phosphorzinn reducirt worden ist.

Wird *Schwefelwismuth* bei gelinder Wärme mit Phosphorwasserstoffgas behandelt, so entweicht Schwefelwasserstoffgas, es setzt sich Phosphor ab, und das Schwefelwismuth verwandelt sich in metallisches Wismuth.

Schwefelantimon wird von Phosphorwasserstoffgas unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas und unter Absetzung von Phosphor in metallisches Antimon verwandelt, von dem aber sonderbarer Weise sich der gröfste Theil sublimirte, obgleich die angewandte Hitze lange nicht so stark war, dafs durch dieselbe Antimon hätte verflüchtigt werden können.

Diese zuletzt beschriebenen Versuche sind schon vor ziemlich langer Zeit angestellt, und in neuerer Zeit von mir nicht wiederholt worden.

Bemerkungen.

Die gasförmigen Verbindungen des Wasserstoffs mit einfachen Körpern lassen sich hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Zusammensetzung in mehrere Gruppen bringen, die streng von einander verschieden sind.

Zu der ersten dieser Gruppen gehören die Verbindungen des Wasserstoffs mit dem Fluor, Chlor, Brom und Jod. In einem Volum dieser gasförmigen Verbindungen ist ein halbes Volum Wasserstoff und ein halbes Volum vom Dampfe des einfachen Körpers enthalten; keiner der Bestandtheile erleidet also bei der Verbindung beider eine Verdichtung. Diese Gase machen eine Reihe von starken Säuren aus, welche sich indessen nicht ohne Zersetzung mit den oxydirten Basen verbinden, sondern bei der Verbindung mit denselben Wasser bilden. Nur mit dem Ammoniak und dem Phosphorwasserstoff können sie sich

sich ohne Zersetzung verbinden, so wie auch mit einigen Chlormetallen selbst, mit welchen sie salzartige Verbindungen bilden, in denen sie den sauren Bestandtheil ausmachen.

Die zweite Gruppe wird von den Verbindungen des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff, Schwefel, Selen und Tellur gebildet. In einem Volum derselben im gasförmigen Zustande ist ein Volum Wasserstoff und ein halbes Volum von dem Dampfe des einfachen Körpers enthalten, so dafs also beide eine Verdichtung von anderthalb Volum zu einem bei der Verbindung erleiden. Diese Verbindungen bilden schwache Säuren, welche häufig auch gegen stärkere Säuren die Rolle einer Base spielen, wie diefs am häufigsten bei dem Wasser der Fall ist. Die Verbindungen des Wasserstoffs mit dem Schwefel, Selen und Tellur können sich nicht mit oxydirten Basen ohne Zersetzung verbinden, sondern bilden, wie die Gase der ersten Gruppe, bei der Verbindung Wasser. Mit dem Ammoniak verbinden sie sich ohne Zersetzung; Verbindungen derselben mit dem Phosphorwasserstoff sind nicht bekannt.

Die gasförmigen Verbindungen des Stickstoffs, des Phosphors und des Arseniks bilden die dritte Gruppe. Sie enthalten in einem Volum anderthalb Volume Wasserstoff, und ein halbes Volum vom Dampfe der einfachen Körper, so dafs also beide Bestandtheile bei der Verbindung eine Verdichtung von zwei Volumen zu einem erleiden. Diesen Verbindungen fehlen ganz und gar die Eigenschaften selbst einer schwachen Säure; sie verhalten sich in allen Fällen wie Basen. Es ist diefs besonders deutlich der Fall bei dem Ammoniak; von dem Phosphorwasserstoff glaube ich es in dieser Abhandlung bewiesen zu haben; was aber den Arsenikwasserstoff betrifft, so kann die basische Natur desselben nur aus der Analogie seiner Zusammensetzung mit der des Ammoniaks

und des Phosphorwasserstoffs geschlossen werden, weil Versuche in dieser Hinsicht noch nicht angestellt sind.

Man sieht bei einer Vergleichung dieser Gruppen, dafs es in der That der Wasserstoff ist, der die basische Natur der Verbindungen desselben bedingt. In je gröfserer Menge sich derselbe mit den Körpern verbindet, und je gröfser die Verdichtung nach der Verbindung ist, von desto basischer Natur ist dieselbe. Es findet also bei den Wasserstoffverbindungen ein ähnliches, aber umgekehrtes Verhältnifs wie bei den Verbindungen des Sauerstoffs statt, der in geringerer oder in gröfserer Atomenzahl mit einem einfachen Körper verbunden, mit demselben entweder eine Base oder eine Säure bildet, wie sich diefs am auffallendsten bei den Oxyden des Mangans zeigt, dessen niedrigste Oxydationsstufe das Manganoxydul eine starke Base ist, und dessen höchste Oxydationsstufen Säuren sind.

Um diesen Vergleich zwischen Wasserstoff und Sauerstoff noch weiter durchführen zu können, müfste man mehrere Verbindungen des Wasserstoffs mit einem einfachen Körper kennen, um die sauren oder basischen Eigenschaften der verschiedenen Wasserstoffgrade mit einander vergleichen zu können. Es verbindet sich nun zwar der Sauerstoff und der Schwefel noch in einem anderen Verhältnisse mit dem Wasserstoff, als im Wasser und im Schwefelwasserstoff; auch das Arsenik kann sich nach den Versuchen von Gay-Lussac und Thénard, Magnus und Soubeiran mit Wasserstoff noch in einem anderen Verhältnisse als im Arsenikwasserstoff vereinigen, und selbst auch der Phosphor kann nach den Versuchen von Magnus eine sehr geringe Menge Wasserstoff aufnehmen und eine feste Verbindung damit bilden *); aber die meisten dieser Verbindungen sind hinsichtlich ihrer basischen oder sauren Eigenschaften zu wenig untersucht. Offenbar sind aber die Verbindun-

*) Diese Annalen, Bd. XVII. S. 527.

gen des Sauerstoffs und des Schwefels mit der geringsten Menge Wasserstoff von saurerer Natur, als das Wasser und der Schwefelwasserstoff.

Was den Schwefelwasserstoff betrifft, so ist er weit seltener gegen andere Körper eine Base, als eine Säure. Ich kenne keine andere Verbindung desselben, in welcher es eine Base ist, als die mit Chloraluminium, welche Wöhler dargestellt hat. Aber mit mehreren anderen flüchtigen Chlormetallen scheint es sich nicht wie das Ammoniak und das Phosphorwasserstoff zu verbinden. Es bildet entweder, besonders bei geringer Erhitzung, mit dem Metall der Chlorverbindung ein Schwefelmetall, oder zersetzt dieselbe auf andere Weise, oder verbindet sich auch gar nicht damit. Ich liefs gut getrocknetes Schwefelwasserstoffgas sehr lange durch Zinnchlorid strömen, ohne eine Verbindung oder Zersetzung bemerken zu können, welche indessen erfolgte, als während des Durchströmens das Chlorür erhitzt wurde. Es entwich dann Chlorwasserstoffgas, während gelbes Schwefelzinn zurückblieb. Chlorschwefel wurde durch Schwefelwasserstoffgas in Schwefel und in Chlorwasserstoffgas zersetzt. Dafs auch die beiden Verbindungen des Phosphors mit dem Chlor sich mit dem Schwefelwasserstoffgas nicht unzersetzt verbinden, sondern durch dasselbe zersetzt werden, hat Sérullas gezeigt.

Aufser den angeführten drei Gruppen von Verbindungen des Wasserstoffs giebt es noch eine vierte, welche von den Verbindungen des Wasserstoffs mit der Kohle gebildet wird, welche hinsichtlich der Zusammensetzung und ihrer Eigenschaften nicht mit anderen Wasserstoffverbindungen verglichen werden können. Jene Verbindungen enthalten mehr Atome Wasserstoff, als selbst die der dritten Gruppe, und dazu in einem noch mehr verdichteten Zustande, so dafs dadurch wohl sehr gut die Ansicht gerechtfertigt werden kann, sie für den basischen

Bestandtheil in sehr vielen organischen Substanzen zu halten.

Wegen der grofsen Aehnlichkeit, welche nicht nur hinsichtlich so vieler chemischer Eigenschaften, als auch hinsichtlich der Krystallform, zwischen den alkalischen Chlormetallen und dem Salmiak stattfindet, hat man, um die Zusammensetzung des letzteren mehr mit der der ersteren in Uebereinstimmung zu bringen, angefangen, sich den Salmiak nicht aus Chlorwasserstoff und Ammoniak, sondern aus Chlor mit dem noch nicht isolirt dargestellten, zusammengesetzten Metalle des Ammoniaks, dem Ammonium, zusammengesetzt zu denken. Man konnte diefs um so mehr, da das Ammoniak das einzige Beispiel einer nicht oxydirten, wasserstoffhaltigen, zusammengesetzten, starken, unorganischen Base war. Da indessen jetzt der Phosphorwasserstoff als eine dem Ammoniak analog zusammengesetzte Base erkannt worden ist, und man wohl nicht füglich ein dem Ammonium ähnliches zusammengesetztes Metall des Phosphorwasserstoffs annehmen kann, das z. B. im Jodwasserstoff-Phosphorwasserstoff mit Jod verbunden enthalten wäre, so wird wiederum wohl die Ansicht von der Zusammensetzung des Salmiaks die wahrscheinlichere, nach welcher man sich denselben aus Chlorwasserstoff und Ammoniak bestehend denkt. Diese Ansicht gewinnt auch noch durch die Zusammensetzung der Verbindungen des Ammoniaks mit flüchtigen Chlormetallen an Wahrscheinlichkeit, welche mit der des Salmiaks sehr viel Aehnlichkeit hat. Denn man kann den Chlorwasserstoff wie andere flüchtige Chlorverbindungen betrachten, von denen einige auch nur im gasförmigen Zustande bekannt sind, wie z. B. Chlorbor. Und will man die Zusammensetzung des Salmiaks z. B. mit der des Zinnchlorid-Ammoniaks vergleichen, welche beide in ihren Eigenschaften viel Aehnlichkeit haben, so wird man es gar nicht widersinnig finden, wenn man annimmt, dafs

in den beiden Verbindungen Wasserstoff und Zinn sich einander ersetzen.

Berzelius bestimmte zuerst richtig den Sauerstoffgehalt der salpetrichten Säure und der Salpetersäure. Er fand, dafs beide sich wie drei zu fünf verhalten. Dieses Verhältnifs war zu jener Zeit so sonderbar, und stand unter den bekannten Säuren so einzeln da, dafs es Veranlassung gab, Zweifel gegen die einfache Natur des Stickstoffs zu erregen. Später fand indessen Berzelius und Dulong, dafs bei den Sauerstoffmengen der Säuren des Phosphors und des Arseniks ein gleiches Verhältnifs stattfindet, und jetzt hat man ein ähnliches bei sehr vielen anderen Säuren gefunden. Ich führe diese Thatsache hier nur an, um anzudeuten, dafs die Zusammensetzung und die basische Natur der Verbindung des Wasserstoffs mit dem Stickstoff eine eben so einzeln dastehende Thatsache war, wie früher die Zusammensetzung der Verbindungen des Sauerstoffs mit dem Stickstoff; indessen letztere Thatsache hörte durch spätere Versuche auf sonderbar zu erscheinen, wie diefs wahrscheinlich auch mit jener der Fall seyn wird.

VII. *Bromkiesel und bromwasserstoffsaurer Phosphorwasserstoff.* *von Hrn. Sérullas.*

(Auszug aus den *Ann. de chim. et de phys. T. XLVIII. p.* 87.)

Seit der Chlorkiesel bekannt ist, hat man ohne Zweifel die Darstellung einer ähnlichen Verbindung von Brom und Kiesel für möglich gehalten, doch Keiner, so viel ich weifs, dieselbe unternommen. Dennoch gelingt sie leicht nach dem von Oersted beim Chlorkiesel angewandten Verfahren. Man mischt nämlich Kieselerde,

die auf nassem Wege bereitet und bis zu einem gewissen Punkte ausgetrocknet ist, mit Kienrufs, gepülvertem Zucker und so viel Oel, dafs daraus ein gleichförmiger Teig gebildet werden kann, den man nun in einem Tiegel verkohlt. Den Rückstand, in welchem die Menge der Kohle wenigstens halb so viel als die der Kieselerde betragen mufs, schüttet man zerstückelt in eine Porcellanröhre, setzt an diese an einem Ende ein Retörtchen mit Brom, und am andern einen Vorstofs, welcher sich in einem mit Eis umgebenen Ballon endigt, dessen Tubulus eine lang fein ausgezogene Röhre trägt. Endlich bringt man die Porcellanröhre in's Glühen, und verflüchtigt das Brom durch langsame Erwärmung.

Das entstandene Bromkiesel, welches sich in dem Vorstofs und dem Recipienten zu einer Flüssigkeit verdichtet, wird in eine Retorte gebracht *) und rectificirt, nachdem man ihn in derselben Retorte zur Befreiung von überschüssigem Brom mit Quecksilber geschüttelt hat, wobei die Temperatur steigt, und ein Brei entsteht, der so dick ist, dafs er kaum eine Flüssigkeit zu enthalten scheint.

Der so rectificirte Bromkiesel ist farblos, und stöfst an der Luft dicke weifse Dämpfe aus. Er erstarrt bei —12° bis —15° C. (während der Chlorkiesel noch bei —20° C. flüssig bleibt) und siedet bei +148° bis 150° C. (der Chlorkiesel dagegen schon bei 50° C.). Er ist von gröfserer Dichte als die Schwefelsäure, da er in dieser untersinkt; erst nach mehreren Tagen zerfällt er dabei in Kieselsäure und Brom, das aus der durch die Schwefelsäure zersetzten Bromwasserstoffsäure entstanden ist. (Der Chlorkiesel, obwohl schwerer als Wasser, ist dagegen leichter als Schwefelsäure, und wird von dieser in Kieselsäure und Chlorwasserstoffsäure zerlegt.)

Vom Wasser wird er rasch und unter starker Er-

*) Es ist dabei immer unter den dicken Dämpfen der ätherartige Geruch des Bromkohlenstoffs sehr deutlich zu spüren.

hitzung zersetzt; noch lebhafter vom Kalium, denn wenn er schwach damit erwärmt wird, erfolgt eine Detonation, welche die Röhre zertrümmert. (Der Chlorkiesel dagegen läfst sich unverändert bis zum Sieden mit Kalium erhitzen.)

Bromaluminium ist von d'Arcet d. J. dargestellt *) und als nahe von ähnlichen Eigenschaften mit dem Chloraluminium bezeichnet worden. Wahrscheinlich sind sie aber doch nicht so ähnlich, wenigstens nicht hinsichtlich des Siedpunkts, der beim Bromid wohl weit höher als beim Chlorid seyn wird, so viel sich wenigstens aus der in dieser Beziehung aufserordentlichen Verschiedenheit zwischen dem Brom- und Chlorkiesel schliefsen läfst.

Brommagnium kann man ebenfalls auf die angegebene Weise aus einem innigen Gemenge von Magnesia alba und Kohle bereiten, doch hält es schwer, dasselbe dabei vollkommen rein zu erhalten, weil es nicht flüchtig ist, und erst bei Rothglühhitze in Flufs geräth. In dem Maafse, wie es sich bildet wird dann ein Theil desselben, gemengt mit Magnesia und Kohle, durch das entweichende Kohlenoxydgas in die Vorlage übergetrieben, während ein anderer Theil als eine krystallinische mehr oder weniger weifse Masse am Ende der Porcellanröhre und vorn in dem Vorstofs zurückbleibt. Das Brommagnium zieht begierig Feuchtigkeit aus der Luft an, und im Wasser zersetzt es sich mit Geräusch und Wärmeentwicklung.

Wahrscheinlich würde es sich auch auf ähnliche Weise, wie nach Hrn. Liebig's sinnreichem Verfahren, das Chlormagnium **), durch zweckmäfsiges Erhitzen eines Gemenges von bromwasserstoffsaurer Talkerde und bromwasserstoffsaurem Ammoniak bereiten lassen.

*) Dumas *Traité du chimie appliquée aux arts, T. II. p.* 407.

**) Diese Annalen, Bd. XIX S. 137.

Bromwasserstoffsaurer Phosphorwasserstoff.

Bei Untersuchung der Eigenschaften des Bromkiesels bemerkte ich gelegentlich, dafs derselbe, mit Phosphorwasserstoff in Berührung gesetzt, eine krystallinische Substanz lieferte, die ich anfangs für eine Verbindung der beiden Körper hielt, analog der aus Chloraluminium und Schwefelwasserstoff, welche uns Hr. Wöhler in seiner schönen Arbeit über das Aluminium kennen gelehrt hat *); allein ich sah, dafs die Kieselerde, welche sich bei seiner Zersetzung durch Wasser ablagerte, nur zufällig mit den trüben Krystallen gemengt war, dagegen in den durchsichtigen Krystallen nicht enthalten war.

Bringt man Bromkiesel zu trocknem, über Quecksilber aufgefangenem Phosphorwasserstoffgas, selbstentzündlichem oder nicht, so findet keine Einwirkung statt; bringt man aber ein wenig Wasser hinein, so bekleidet sich die Glocke, in Folge gebildeter Bromwasserstoffsäure, nach einigen Stunden mit ziemlich beträchtlichen Gruppen kubischer, theils klarer, theils trüber Krystalle, während das Volum des Phosphorwasserstoffgases abnimmt. Diese Krystalle ziehen an der Luft Feuchtigkeit an, und bewirken, in Wasser gebracht, ein heftiges Sieden, veranlafst durch Entweichung von Phosphorwasserstoffgas, das sich mit einer brennenden Kerze entzünden läfst. Die Flüssigkeit enthält Bromwasserstoffsäure.

Diese Verbindung ist der von Hrn. Dulong entdeckten und von Hrn. Houton-Labillardière untersuchten aus Jodwasserstoffsäure und Phosphorwasserstoff ganz analog, und läfst sich auf ähnliche Weise wie diese durch Zusammenmischen von Bromwasserstoff- und Phosphorwasserstoffgas in einer durch Quecksilber gesperrten Glocke erhalten. Zu beachten ist dabei, dafs man, nach der Bildung der Krystalle, das rückständige Phosphorwasserstoffgas blasenweis in die Luft entweichen lassen

*) Diese Annalen, Bd. XI (87) S. 151.

mufs, also die Glocke nicht plötzlich aufheben darf, weil sonst eine Entzündung eintritt.

Läfst man einige Tropfen Bromkiesel zu selbstentzündlichem Phosphorwasserstoff treten, so verliert dieses sogleich die Fähigkeit, sich an der Luft zu entzünden.

Jodwasserstoffsaurer Phosphorwasserstoff *).

Die leichteste und wohlfeilste Bereitungsart desselben besteht darin, dafs man 60 Grm. Jod und 15 Grm. zertheilten Phosphor, mit gröblich gepülverten Glase gemischt, in eine Tubulatretorte bringt, 8 bis 9 Grm. Wasser darauf schüttet, den Tubulus verschliefst, und nun an den Hals der Retorte eine ziemlich weite und etwas lange Röhre ansetzt, die man durch benäfste Leinwand kalt erhält, uud am Ende mit einer nach unten gebogenen Röhre verbindet, die in einer Flasche unter Wasser mündet.

Der jodwasserstoffsaure Phosphorwasserstoff bildet sich augenblicklich, und bekleidet die Wölbung der Retorte. Man giebt nun mäfsiges Feuer, wobei die überschüssige Jodwasserstoffsäure entweicht und in dem vorgeschlagenen Wasser aufgefangen wird, die Phosphorverbindung aber sich in dem Vorstofs als eine krystallinische, sehr harte Masse absetzt, die nun, nachdem sie vom Glase, woran sie sehr fest sitzt, abgestofsen ist, nochmals sublimirt wird, um sie völlig weifs zu erhalten. Aus den vorgeschriebenen Quantitäten bekommt man immer 12 bis 15 Grm. an jodwasserstoffsaurem Phosphorwasserstoff, wohl krystallisirt und weifs.

Der kleine Ueberschufs von Wasser, den man bei den angegebenen Verhältnissen in dem Gemenge von Jod und Phosphor haben möchte, schadet der Operation nur

*) Es ist wohl nicht überflüssig zu bemerken, dafs die im vorigen Heft, S. 151, enthaltene Untersuchung dieses Körpers von H. Rose vor dem Erscheinen des Aufsatzes von Sérullas niedergeschrieben wurde. *P.*

in sofern, als er die Menge des erzeugten Jodwasserstoffsauren Phosphorwasserstoffs etwas verringert *). Denn zersetzend wirkt das Wasser nicht auf diese Verbindung, sobald es mit Jodwasserstoffsäure gesättigt ist.

*) Bei Anwendung der vorgeschriebenen 9 Grm. Wasser ist das darin enthaltene Gramm Wasserstoff mehr als hinreichend zur Bildung von Jodwasserstoffsäure und Phosphorwasserstoff. Nach einer approximativen Rechnung gebraucht man selbst etwas weniger als 8 Grm. Wasser.

[Wenn das von Sérullas empfohlene, früher schon von Gay-Lussac angewandte Verfahren zur Darstellung des jodwasserstoffsauren Phosphorwasserstoffs darauf beruht, dafs ein Gemenge von Jod und Phosphor bei Gegenwart von Wasser in Jodwasserstoffsäure und phosphorige Säure zerfällt, und die letztere beim Erwärmen durch Wasserzersetzung in Phosphorsäure und Phosphorwasserstoff übergeht, so würde man 8 At. Phosphor (=1569,24) auf 24 At. Jod (=18939,48) nehmen müssen, denn die Bildung des Phosphorwasserstoffs mittelst Wasserzersetzung aus der phosphorigen Säure ist bedingt durch die Gleichung:

$$4P^2O^3+3OH^2=3P^2O^5+P^2H^6,$$

und die 12 At. Sauerstoff, die in den 4 At. phosphoriger Säure enthalten sind, erfordern 24 At. Wasserstoff, also 24 At. Jod, wenn Jodwasserstoffsäure entstehen soll.

Diefs Verhältnifs von Jod zum Phosphor (3J : P) ist aber drei Mal gröfser als das, welches die Erfahrung als zweckmäfsig erwiesen hat, und daraus geht hervor, dafs die besprochene Darstellungsart des jodwasserstoffsauren Phosphorwasserstoffs auf Bildung von unterphosphoriger Säure beruht. Die letztere Säure, wenn sie durch Wasserzersetzung Phosphorwasserstoff liefern soll, macht nämlich die Bedingung nothwendig:

$$2P^2O+3OH^2=P^2O^5+P^2H^6,$$

und die 2 At. Sauerstoff, welche in den 2 At. unterphosphoriger Säure enthalten und aus zersetztem Wasser entsprungen sind, setzen 4 At. Wasserstoff, also 4 At. Jod in der gebildeten Jodwasserstoffsäure voraus.

In diesem Falle würde man also annehmen müssen:

$$4P= 784,62$$
$$4J=3156,58$$
$$3OH^2= 337,44,$$

ein Verhältnifs, das sehr gut mit dem von der Erfahrung nach-

Uebergiefst man nämlich diese Verbindung mit sehr wenig Wasser, so hört dasselbe, indem es in eine concentrirte Lösung von Jodwasserstoffsäure übergeht, bald auf zu wirken. Setzt man dann eine neue Quantität der Phosphorverbindung hinzu, so bleibt sie unverändert darin liegen, und wenn man das Gemenge in einem ähnlichen Apparate wie vorhin mäfsig erhitzt, bleibt die Jodwasserstoffsäure, die erst bei 128° C. siedet, zurück, und der jodwasserstoffsaure Phosphorwasserstoff verflüchtigt sich und setzt sich in krystallinischer Gestalt in dem Vorstofs ab. Die Sublimation mit einigen Tropfen Wasser, die dabei in concentrirte Jodwasserstoffsäure übergehen, ist selbst ein Mittel ihn recht weifs und wohl krystallisirt zu erhalten, doch mufs die Wärme dabei nur gelinde seyn, weil er sonst, wie gewöhnlich am Ende des vorhin beschriebenen Verfahrens, leicht mit Jodwasserstoffsäure verunreinigt wird.

Der jodwasserstoffsaure Phosphorwasserstoff erträgt die höchste Temperatur ohne Zersetzung, man kann ihn selbst in Dampfgestalt durch ein glühendes Rohr über schmelzenden Borax hinwegleiten, und sieht ihn doch unverändert in der Vorlage krystallisiren. In Dampfgestalt läfst er sich durch einen brennenden Körper leicht entzünden. Mit concentrirtem Alkohol erhitzt, giebt er Phosphorwasserstoff, und es bleibt Jodwasserstoffäther, der sich durch Wasser fällen läfst.

Trocken in gewöhnlicher Temperatur mit Silberoxyd

gewiesenen übereinkommt, und, wie man sieht, voraussetzt, dafs die 2 At. Jodwasserstoffsäure, die sich nicht mit dem Phosphorwasserstoff verbinden (der jodwasserstoffsaure Phosphorwasserstoff ist nämlich nach der im vorigen Hefte, S. 154, mitgetheilten Analyse von H. Rose $=J^2H^2+P^2H^6$), wasserfrei, mithin gasförmig bleiben. Es ist jedoch wohl zu merken, dafs bei dieser Rechnung keine Rücksicht genommen ist auf einen rothen, dem sogenannten Phosphoroxyd ähnlichen, Körper, der sich bei Anwendung des Verhältnisses J : P (vielleicht auch bei dem 3J : P) immer bildet, und seiner Zusammensetzung nach noch nicht bekannt ist. *P.*]

oder gepülvertem salpetersauren Silberoxyd in Berührung gebracht, findet eine lebhafte Einwirkung unter starker Wärmeentwicklung statt; im ersten Fall bildet sich Wasser, Jodsilber und entweichendes Phosphorwasserstoffgas, das sich entzündet; im letzteren entsteht Jodsilber und phosphorsaures Silberoxyd.

Salpeter-, Chlor-, Brom- und Jodsäure, so wie die Kalisalze der drei letzten Säuren, geben bei Berührung mit ihm, selbst in gewöhnlicher Temperatur, zu einer lebhaften Entzündung Anlafs. Salpetersaures Kali, so wie Ueberchlorsäure und deren Kalisalz, wirken, selbst erwärmt, nur langsam auf ihn.

Mit Cyanquecksilber zusammengerieben und erhitzt, entsteht rothes Jodquecksilber, und Cyanwasserstoffsäure, welche letztere mit dem Phosphorwasserstoff entweicht, ohne sich mit ihm zu verbinden. Mit Cyankalium entstehen eben so Jodkalium und Cyanwasserstoffsäure, während der Phosphorwasserstoff entweicht.

Quecksilber-Chlorür oder Chlorid giebt Quecksilber-Jodür oder Jodid, nebst Chlorwasserstoffsäure und Phosphorwasserstoffgas.

Mit Quecksilber-Bromür oder Bromid gehörig gemengt und erhitzt, erhält man aber, neben Quecksilber-Jodür und Jodid, bromwasserstoffsauren Phosphorwasserstoff, gemengt mit einer ziemlichen Menge unzersetzten jodwasserstoffsauren Phosphorwasserstoffs; zugleich entweichen Bromwasserstoffsäure und Phosphorwasserstoffgas, das sich, so wie es aus dem vorgeschlagenen Wasser an die Luft tritt, entzündet.

Concentrirte Schwefelsäure zersetzt den jodwasserstoffsauren Phosphorwasserstoff plötzlich, unter sehr deutlicher gleichzeitiger Entwicklung von Schwefelwasserstoff und schwefliger Säure. Durch eine bald darauf eintretende Reaction zersetzen sich aber beide Gase, und es entsteht ein Niederschlag von Schwefel, Jod und Phos-

phor. Die Flüssigkeit enthält überschüssige Schwefelsäure, eine Säure des Phosphors und Jodwasserstoffsäure, die bei Eindampfung von der Schwefelsäure zersetzt wird und Jod entweichen läfst.

Neutraler schwefelsaurer Kohlenwasserstoff wird durch den jodwasserstoffsauren Phosphorwasserstoff gleichfalls zerlegt, bei Erwärmung ziemlich rasch, in gewöhnlicher Temperatur nach einem oder zwei Tagen. In beiden Fällen entsteht, wenn die Phosphor-Verbindung in Ueberschufs ist, eine vollständige Zersetzung der Schwefelsäure in Schwefelwasserstoff, ferner phosphorige Säure und Jodwasserstoffäther, der sich durch Zusatz von Wasser abscheiden läfst. Die anfangs langsame Zersetzung des jodwasserstoffsauren Phosphorwasserstoffs wird hiebei in dem Maafse beschleunigt, als die Zersetzung der Schwefelsäure vorschreitet, weil deren Hydratwasser, so wie es frei wird, auf jenen seine natürliche Wirkung ausübt. Der Jodwasserstoffäther, der bei dieser Gelegenheit entsteht, enthält leichtes Weinöl, das man durch längere Behandlung des Aethers mit concentrirter Aetzkalilauge abscheiden kann. Es ist frei von Jod, und scheint keine Verbindung von Jod und Kohlenwasserstoff zu seyn.

Leitet man Phosphorwasserstoffgas, aus phosphoriger Säure bereitet, durch concentrirte Schwefelsäure, so wird dasselbe ziemlich reichlich absorbirt. Bald aber stellt sich eine lebhafte Reaction ein: die bis jetzt klare Säure trübt sich, stöfst einen sehr starken Geruch von Schwefelwasserstoff, gemischt mit dem von schwefliger Säure aus, und Schwefel und Phosphor setzen sich ab. Dieser Versuch ist bereits angestellt, der reichlichen Entwicklung von Schwefelwasserstoff, die dabei stattfindet, aber nicht erwähnt *).

Krystallisirte Essigsäure zersetzt den jodwasserstoff-

*) Man vergleiche damit S. 139 des vorhergehenden Heftes.

sauren Phosphorwasserstoff bei Erhitzung nicht merklich, sondern läfst diesen entweichen *).

VIII. *Ueber den Wasserstoffschwefel; von Hrn. Thénard.*

(Auszug aus den *Ann. de chim. et de phys.* T. *XLVIII p.* 79.)

Der Hauptzweck des Hrn. Th. in diesem Aufsatze geht dahin, zu zeigen, dafs der von Scheele entdeckte Wasserstoffschwefel sich ganz dem merkwürdigen Wasserstoffhyperoxyd analog verhält, nämlich, wie dieses, von mehreren Körpern sehr rasch zersetzt wird, ohne dafs sie sich mit einem der ausgeschiedenen Bestandtheile verbin-

*) Da der jodwasserstoffsaure Phosphorwasserstoff starr ist, und bei Befeuchtung mit Wasser nichtselbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas liefert, so bezeichnet ihn Hr. Sérullas als ein Mittel zur Darstellung dieses Gases. Wenn man indefs die Umständlichkeit der Bereitungsart des jodwasserstoffsauren Phosphorwasserstoffs, die Kostspieligkeit des Jods und die geringe Ausbeute an Phosphorwasserstoff erwägt, die mit dieser Methode verknüpft sind, so kann dieselbe nicht als sehr befolgenswerth erscheinen, zumal die gewöhnliche Darstellung aus phosphorichter Säure, hinsichtlich der Reinheit des Gases, so wie der Wohlfeilheit und Bequemlichkeit, nichts zu wünschen übrig läfst. Wollte man dennoch die Anwendung des Jod hier beibehalten, so wäre es vielleicht besser, Jod, Phosphor und Wasser in solchem Verhältnisse zu mengen, dafs sich der Phosphor nur bis zur unterphosphorichten Säure oxydirte, und die entstandene Jodwasserstoffsäure gänzlich in Wasser gelöst bliebe, man also das Phosphorwasserstoffgas geradezu durch Erwärmung dieses Gemenges gewinnen könnte. Wohl zu beachten ist aber dabei, dafs, wie noch H. Rose im vorigen Hefte, S. 152, gezeigt hat, Jod und Phosphor nicht trocken zusammengebracht werden dürfen, weil sonst eine starke Explosion entsteht, ein Umstand, der noch Hrn. d'Arcet veranlafste, die im Bd. XII S. 482 dieser Annalen mitgetheilte, aber nicht sehr vortheilhafte Vorschrift zur Darstellung des Jodwasserstoffgases zu geben. *P.*

den. Zu dem Ende bringt er zuvörderst das Wenige, was wir durch Scheele und Berthollet über diesen Körper bisher gewufst haben, in Erinnerung, und beschreibt dann die Eigenschaften, welche er an demselben wahrgenommen hat. Diese sind nun folgende:

Der Wasserstoffschwefel ist in gewöhnlicher Temperatur flüssig und gelb von Farbe, bisweilen mit einem Stich in's Grünbraune. Er riecht eigenthümlich und unangenehm, stark aber blofs im Moment seiner Bildung, wenn man die ihn bedeckende Flüssigkeit abgiefst; dann greift er die Augen sehr an, wahrscheinlich weil er mit Schwefelwasserstoff beladen ist. Auf der Zunge bewirkt er, wie das Wasserstoffhyperoxyd, einen weifsen Fleck und ein kaum erträgliches Brennen. Auf den Arm gebracht, bleicht und zerstört er ebenfalls die Haut. Er vernichtet die Farbe des Lackmus, besonders augenblicklich, wenn man Lackmuspapier in die Chlorwasserstoffsäure taucht, in welcher er durch hineingeschüttetes Schwefelkali eben gebildet worden ist und noch herumschwimmt. In Consistenz kommt er bald einem ätherischen, bald einem fetten Oele gleich, wie es scheint, nach seinem Gehalt an Schwefel und Schwefelwasserstoff, der veränderlich ist.

Seine Dichte ist gleichfalls veränderlich, betrug bei einem nicht sehr dünnflüssigen: 1,769. Bei —20° C. erstarrt er noch nicht. Bei 100° C. wird er rasch zersetzt, langsam schon bei 60° bis 70° C., beide Mal in entweichendes Schwefelwasserstoffgas und zurückbleibenden Schwefel.

Rein, sich selbst überlassen, zerfällt er langsam; von Zeit zu Zeit entweichen Gasblasen, und zuletzt bleibt, wie es scheint, nur Schwefel zurück. Unter gewöhnlichen Umständen ist die Luft ohne Wirkung auf ihn; einer brennenden Kerze genähert, entzündet er sich aber, unter Bildung von Wasser und schwefliger Säure, nebst Abscheidung von Schwefel.

Vom Wasser wird er beim Schütteln nicht gelöst, ohne Zweifel aber zum Theil zersetzt, da dieses sich mit Schwefelwasserstoff beladet und milchig wird. Aehnlich wirkt wahrscheinlich Alkohol. Schwefeläther löst ihn anfänglich, läfst aber bald eine Menge weifser Krystallnadeln fallen, die beim raschen Trocknen an der Luft gelb werden, und nichts als reiner Schwefel zu seyn scheinen.

Die merkwürdigste Einwirkung auf den Wasserstoffschwefel üben aber aus: Kohle, Platin, Gold, Iridium und mehrere Metalle, ferner Oxyde, besonders Manganhyperoxyd, Magnesia, Kieselerde, sämmtlich in fein zertheiltem Zustande, vor Allem aber Baryt, Strontian, Kalk, Kali und Natron als gröbliches Pulver. Diese bewirken nämlich, mit dem Wasserstoffschwefel in Berührung gebracht, augenblicklich eine heftige Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas, ohne dafs ein chemischer Procefs dabei stattfindet; nur leicht reducirbare Oxyde, wie das des Silbers und Goldes, werden hiebei unter Erglühen und Wasserbildung augenblicklich desoxydirt.

Noch auſserordentlicher ist es aber, dafs Kali und Natron nicht blofs trocken, sondern selbst in Wasser gelöst die nämliche Erscheinung geben, das Schwefelwasserstoffgas mit solcher Lebhaftigkeit entbinden, dafs die Flüssigkeit zu sieden scheint. Analog verhält sich das Ammoniak.

Auch Schwefelmetalle bewirken Entbindung vom Schwefelwasserstoffgas, z. B. gepülverter Bleiglanz, sehr beträchtlich, noch lebhafter Mineralkermes und Goldschwefel, am stärksten von allen aber die sogenannten Schwefelalkalien, und was merkwürdig ist, nicht blofs gepülvert, sondern sogar gelöst im hohen Grade, wobei zugleich Schwefel niedergeschlagen wird. Durch diese Wirkung der Schwefelalkalien findet Hr. Th. die der Alkalien erklärt; er hält sie nämlich für secundär, durch Bildung eines Schwefelalkaliums veranlafst.

Hierin liegt auch der Grund, weshalb man bei Berei-

reitung des Wasserstoffschwefels die Chlorwasserstoffsäure nicht auf das Schwefelkalium, sondern umgekehrt dieses in jene schütten muſs. Im letzten Fall wird nicht nur der zersetzende Einfluſs des Schwefelkaliums gehindert, sondern auch der Chlorwasserstoffsäure gestattet, ihre ganz entgegengesetzte Wirkung auszuüben, welche, wie bei allen Säuren, darin besteht, daſs sie dem Wasserstoffschwefel eine gröſsere Dauerhaftigkeit verleiht, und so weit geht, daſs sie selbst dessen Zersetzung durch Manganhyperoxyd verhindert.

Organische Stoffe, wie Zucker, Stärkmehl, Pflanzenfaser, Muskelfaser, wirken dagegen wieder zersetzend, die drei ersten langsam, der vierte etwas stärker.

Was die Darstellung des Wasserstoffschwefels betrifft, so ist zwar jedes Schwefelalkali und jede Säure zu derselben geeignet, am besten gelingt sie aber, wenn man Schwefelcalcium, erhalten durch Sieden von Kalk mit Wasser und einem Ueberschuſs von Schwefel, in käufliche mit dem zweifachen Gewichte Wasser verdünnte Chlorwasserstoffsäure schüttet, welche sich in einem unten zugepfropften Trichter befindet. Bald nach Einschüttung des Schwefelcalciums setzt sich, ohne merkliche Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas, der Wasserstoffschwefel zu Boden, und kann nun leicht abgesondert werden.

Ueber die Zusammensetzung dieses Körpers gelangte Hr. Th. zu keinem bestimmten Resultate. Er vermuthete 4 At. Schwefel auf 1 At. Schwefelwasserstoff in demselben *), fand aber immer mehr Schwefel, bald 6, bald 8 At., so daſs er zu dem Schlusse kommt, die Zusammensetzung sey verschieden. Die Methode der Zerlegung

*) Weil nämlich Hr. Th. die nach obiger Vorschrift bereitete Schwefelleber für eine Verbindung ansieht von 1 At. Kalk, 4 At. Schwefel und 1 At. Schwefelwasserstoff; nach Berzelius ist sie bekanntlich: CaS^5. *P.*

bestand anfänglich darin, dafs er eine gewägte Quantität Wasserstoffschwefel erhitzte, und das entweichende Schwefelwasserstoffgas über Quecksilber auffing und mafs. Da aber dem Gase immer eine gewisse Portion einer Flüssigkeit folgte, so änderte er diefs Verfahren in sofern ab, dafs er ein mit dem Wasserstoffschwefel gefülltes Kügelchen, welches zuvor mit gesäuertem Wasser ausgespült war, in dem Quecksilber der Glocke aufsteigen liefs, und daselbst durch Erhitzung von aufsen zum Platzen brachte, worauf dann das Gas gemessen, auch auf die kleine Menge der sauren Flüssigkeit, welche dem Wasserstoffschwefel bis zu dem Erhitzen vor seiner Zersetzung schützte, Rücksicht genommen wurde.

IX. *Ueber die Erzeugung von Ammoniak durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf Salpetersäure;*

von J. F. W. Johnston.

(Auszug aus dem *Edinb. J. of Science*, *Vol. VI p.* 65.)

Aus Priestley's, Davy's und Austin's Beobachtungen ist bekannt, dafs durch wechselseitige Zersetzung von Stickstoffoxydgas und Schwefelwasserstoffgas unter gewissen Umständen Ammoniak und eine Säure des Schwefels entstehen kann. Vom Schwefelwasserstoffgas und wäfsriger Salpetersäure giebt es aber keine ähnliche Erfahrung. Vogel hat zwar die Wirkung der concentrirten Salpetersäure auf dieses Gas untersucht, aber die beträchtliche Ammoniakbildung dabei ist ihm entgangen. Dafs diese dennoch hier stattfinde, lehrte Hrn. J. eine zufällige Erfahrung.

Er löste nämlich Glanzkobalt von Skuterud, der auf den Blauwerken von Fossum in Norwegen bereits geröstet worden, in Salpetersäure auf, leitete zur Abschei-

dung des Arseniks einen Strom von Schwefelwasserstoffgas hinein, und verdampfte die filtrirte Flüssigkeit zur Krystallisation. Aufser dem Kobaltsalz erhielt er schwefelsaures Eisenoxyd-Ammoniak in schönen durchsichtigen Octaëdern.

Zur Bewährung dieser Thatsache und der Ansicht, dafs das Ammoniak aus der Einwirkung der Salpetersäure auf das Schwefelwasserstoffgas entsprungen sey, stellte nun Hr. J. folgende Versuche an.

Er löste Magnetkies in Salpetersäure, leitete Schwefelwasserstoffgas in die Lösung, bis sie entfärbt war, sonderte den Schwefel ab, erhitzte sie dann zur völligen Wiederoxydation des Eisens, behandelte sie abermals mit Schwefelwasserstoff, filtrirte und dampfte sie bis zur Krystallisation. Er bekam dadurch, neben freier Schwefelsäure, eine gelbe Salzmasse, welche nach Wiederauflösung regelmäfsige Octaëder von schwefelsaurem Eisenoxyd-Ammoniak lieferte.

In flüssige Salpetersäure, verdünnt mit dem vierfachen Gewicht Wasser, wurde mehrere Stunden hindurch ein langsamer Strom von Schwefelwasserstoffgas geleitet, der ausgeschiedene Schwefel abgesondert, und die Flüssigkeit eingedampft. Auf Zusatz von Aetzkali im Ueberschufs entstand nun sogleich ein entschiedener Ammoniakgeruch.

Bei einer nur mit gleichem Volume Wasser verdünnten Salpetersäure, in die ein rascher Strom von Schwefelwasserstoffgas geleitet wurde, waren die Erscheinungen etwas anders. Unter Wärmeentwicklung entbanden sich Salpetergas und Schwefeldampf, während eine Rinde von Schwefel die Oberfläche der Flüssigkeit überzog. Nachdem diese abgesondert und die Flüssigkeit bis zur gänzlichen Entweichung der Salpetersäure eingedampft worden, blieb eine verdünnte Schwefelsäure, aus der beim Erkalten ein Ammoniaksalz in kleinen Nadeln herauskrystallisirte. Deutlicher gab sich ihr Ammoniakgehalt

auf Zusatz von Aetzkali durch den Geruch zu erkennen, und noch entschiedener bei Vermischung eines Theils der Säure mit schwefelsaurem Eisenoxyd, dem elegantesten Prüfmittel für Ammoniak, durch das, nach Abdampfung, anschiefsende schwefelsaure Eisenoxyd-Ammoniak.

In eine concentrirte Auflösung von salpetersaurem Baryt wurde Schwefelwasserstoffgas geleitet; sie trübte sich dabei (rascher und reichlicher, wenn sie heifs oder mit Salpetersäure angesäuert war) von abgesetztem Schwefel und gebildetem schwefelsauren Baryt. Die filtrirte Flüssigkeit hauchte, auf Zusatz von Aetzkali, Ammoniak aus.

Diese Erfahrungen sind nicht ohne Wichtigkeit für die analytische Chemie. Sie zeigen z. B. die Möglichkeit einer Einmengung von schwefelsaurem Baryt in das Schwefelblei, welches aus einer salpetersauren Lösung von Blei und Baryt durch Schwefelwasserstoff gefällt worden ist; ferner die der Bildung von Ammoniak in mit Schwefelwasserstoff behandelten Flüssigkeiten in Fällen, wo dessen Gegenwart die gänzliche Ausfällung gewisser Substanzen, wie Talkerde, Mangan-, Kobalt-, Nikkeloxyd u. s. w., verhindern würde.

Besondere Beachtung verdienen sie aber in dem Fall, wo man nach der von H. Rose gegebenen Vorschrift, die Menge der Salpetersäure in einer Metalllölsung dadurch bestimmen will, dafs man das Metall durch Schwefelwasserstoffgas fällt, die filtrirte saure Flüssigkeit mit kohlensaurem Baryt sättigt, und den entstandenen salpetersauren Baryt in schwefelsauren verwandelt, um aus dessen Gewichtsmenge die der Salpetersäure abzuleiten. Hr. J. bemerkt ganz richtig, dafs wenn sich Ammoniak durch den Schwefelwasserstoff gebildet hat, der von ihm gesättigte Antheil der Salpetersäure nicht durch dieses Verfahren gefunden werden könne *).

*) Dafs indefs diefs Verfahren bei gehöriger, zu allen quantitativen Bestimmungen erforderlicher Verdünnung der Flüssigkeit ein richtiges Resultat geben könne, ersieht man aus der im Bd. XIII S. 68 d. Ann. von H. Rose angeführten Analyse. *P.*

Zur Vermeidung dieser Uebelstände räth derselbe daher: 1) Salpetersäure möglichst selten als Lösemittel anzuwenden, 2) dieselbe, wenn sie nicht vermeidbar ist, bei Fällungen durch Schwefelwasserstoff in möglichst kleinem Ueberschuſs zu halten, und 3) das Hineinleiten des Schwefelwasserstoffgases nicht länger als eben nöthig fortzusetzen.

X. *Ueber das gewöhnliche kohlensaure Ammoniak;*

von Hrn. Oscar Figuier.

(Auszug aus dem *Journ. de Pharm. Année* 1831, *p.* 237.)

Wie bekannt verbindet sich die Kohlensäure mit dem Ammoniak zu drei verschiedenen Salzen: neutralem, doppelt- und anderthalbfach-kohlensaurem.

Das neutrale kohlensaure Ammoniak besteht aus:

2 At. Ammoniak	43,69
2 At. Kohlensäure	56,31

und wird erhalten, wenn man 2 Vol. Ammoniakgas mit 1 Vol. Kohlensäure, beide wohl getrocknet, mit einander mischt.

Das doppelt-kohlensaure Ammoniak ist zusammengesetzt aus:

2 At. Ammoniak	21,61
4 At. Kohlensäure	55,72
4 At. Wasser	22,67,

und entsteht, wenn reines oder kohlensäurehaltiges Ammoniak mit Kohlensäure gesättigt, oder auch, wenn das folgende Salz der Luft ausgesetzt wird.

Das anderthalbfach-kohlensaure Ammoniak enthält:

2 At. Ammoniak	28,92
3 At. Kohlensäure	55,91
2 At. Wasser	15,17,

und wird dadurch bereitet, daſs man ein Gemenge von

chlorwasserstoffsaurem Ammoniak und kohlensaurem Kalk erhitzt.

Diefs Salz, welches man auch wohl basisch-kohlensaures Ammoniak genannt hat, wiewohl mit Unrecht, da es vielmehr ein saures Salz ist (aus diesem Grunde auch, wie das Bicarbonat, neutrale Kalksalze unter Aufbrausen niederschlägt), entsteht demnach aus der gegenseitigen Zersetzung zweier neutralen Salze. Dieser sonderbare Umstand hat zu zwei Hypothesen Anlafs gegeben.

Hr. Dulong nimmt in seinen Vorlesungen an, es werde bei der erwähnten Operation mehr kohlensaurer Kalk als chlorwasserstoffsaures Ammoniak zersetzt; in diesem Fall müfste der Rückstand freien Kalk oder ein Oxychlorid von Kalk enthalten.

Die HH. Henry und Guibourt meinen dagegen in ihrer Pharmacopée raisonnée, das chlorwasserstoffsaure Ammoniak und der kohlensaure Kalk zersetzen sich zwar ganz regelrecht, so dafs neutrales Chlorcalcium zurückbleibe, aber es entweiche ein Theil des Ammoniaks ungebunden.

Zur Prüfung der ersten Hypothese mengte Hr. Figuier chlorwasserstoffsaures Ammoniak und kohlensauren Kalk einmal in dem Verhältnisse 3 : 1, ein ander Mal in dem von 1 : 3, und untersuchte den Rückstand nach Erhitzung dieser Gemenge. Allein beide Mal fand er in demselben nur Chlorcalcium und keinen freien Kalk. Diese Hypothese erwies sich demnach als unhaltbar.

Nun schritt er an die Untersuchung der zweiten. Zu dem Ende erhitzte er ein Gemenge von Salmiak und Kreide in einer Retorte, aus dessen mit Eis umgebener Vorlage, die zur Aufnahme des kohlensauren Ammoniaks bestimmt war, eine gebogene Röhre das etwa entweichende Gas unter eine mit Quecksilber gesperrte Glocke leitete. Es fand sich, dafs nur wenig Gas entwich, dagegen aber, dafs Wasser überging, welches theils das feste kohlensaure Ammoniak benetzte, theils das in Gasform entwickelte Ammoniak aufgelöst enthielt.

Das Erscheinen des Wassers zeigte das Ungenügende der zweiten Hypothese, lehrte aber auch zugleich den wahren Grund der Entstehung des anderthalbfach-kohlensauren Ammoniaks kennen. Dieser ist folgender:

Wenn chlorwasserstoffsaures Ammoniak und kohlensaurer Kalk, z. B. *drei* Atome von jedem, zusammen erhitzt werden, so zersetzen sie sich gegenseitig vollkommen, und es würden demgemäfs, aufser *drei* Atomen Chlorcalcium, *drei* Atome neutrales kohlensaures Ammoniak entstehen, wenn nicht zugleich aus dem Wasserstoff der Chlorwasserstoffsäure und dem Sauerstoff des Kalks *drei* Atome Wasser gebildet würden, welche auf das neutrale Ammoniaksalz, das bekanntlich nur wasserfrei bestehen kann, zersetzend einwirkten. Diese Zersetzung ist von der Art, dafs die 3 Atome neutrales kohlensaures Ammoniak, welche 3 At. Ammoniak und 3 At. Kohlensäure enthalten, 1 At. Ammoniak abgeben und dafür 2 At. Wasser aufnehmen, wodurch dann die zu Anfange dieser Notiz gegebene Zusammensetzung herauskommt.

Zusatz. Die Erfahrungen, welche so eben in Kürze mitgetheilt wurden, verdienen es gewifs in sofern, als sie die Aufmerksamkeit auf einen interessanten und häufig vorkommenden Procefs leiten, dessen Erklärung auffallend genug in den meisten Lehrbüchern der Chemie ganz mit Stillschweigen übergangen wird. Defsungeachtet ist die von Hrn. Figuier aufgestellte Theorie keinesweges neu, vielmehr ganz einerlei mit der, auf welche Hr. R. Phillips bereits im J. 1819 durch seine Analyse des doppelt-, und des anderthalbfach-kohlensauren Ammoniaks geleitet wurde *). Hr. Ph. hat indefs die Gegenwart des Wassers im Destillat und die des neutralen Chlorcalciums in dem Rückstand nicht durch Versuche dargethan, und diefs Verdienst bliebe mithin Hrn. F. Dagegen trifft

*) *Quart. Journ. of Science, T. VII p.* 294.

Letzteren der Vorwurf, dafs er (auf wessen Autorität ist nicht gesagt) zu Anfange seines Aufsatzes für das Bicarbonat und das Sesquicarbonat einen Wassergehalt annimmt, der von den unzweifelhaft richtigen Resultaten der Phillips'schen Analysen sehr abweicht, wiewohl er bei Aufstellung seiner Theorie wiederum, wenigstens in Bezug auf das Sesquicarbonat, mit demselben übereinstimmt. Auf 2 At. Ammoniak nimmt er nämlich im Bicarbonat 2 At. oder 12,88 Proc., und im Sesquicarbonat 1 At. oder 8,22 Proc. Wasser; während nach Phillips der Wassergehalt dieser Salze, ebenfalls für 2 At. Ammoniak genommen, respective 4 At. und 2 At. beträgt, also doppelt so grofs ist. Um Irrungen zu vermeiden, sind auf S. 357 sogleich die richtigen Verhältnisse gegeben.

Hr. F. erwähnt auch noch der zuerst von Dalton *) beobachteten Thatsache, dafs das Sesquicarbonat sich an der Luft unter Verlust von Ammoniak in Bicarbonat verwandelt, legt aber seiner Erklärung dieses Vorganges wieder den unrichtigen Wassergehalt beider Salze zum Grunde, wodurch sie dann natürlich fehlerhaft ausfällt. Betrachtet man die S. 357 angegebene Zusammensetzung der kohlensauren Ammoniaksalze, so ist klar, dafs das Sesquicarbonat auf drei verschiedenen Wegen in Bicarbonat übergehen kann, nämlich: 1) durch Verlust von $\frac{1}{2}$ Atom Ammoniak und Aufnahme von 1 At. Wasser; 2) durch Verlust von 1 At. Ammoniak und 1 At. Kohlensäure; 3) durch Aufnahme von 1 At. Kohlensäure und 2 At. Wasser. Den ersten Fall scheint Hr. Figuier im Auge gehabt zu haben; den zweiten nimmt Hr. Phillips zur Erklärung der Dalton'schen Erfahrung an. Ein Versuch würde entscheiden, welcher von diesen Fällen in Wirklichkeit stattfindet. *P.*

*) *Ann. of Phil.* (1820) *T. XV. p.* 137.

XI. *Vermischte chemische Notizen; von J. Liebig.*

Chlorjod. Bekanntlich giebt es zwei Verbindungen von Chlor mit Jod, eine, braun und flüssig, mit geringerem Chlorgehalt, und eine andere, die gelb und fest ist, mit gröfserem Chlorgehalt. Von letzterer hat man nach den früheren Versuchen von Gay-Lussac angenommen, sie bestehe aus 2J und 5Cl, zerfalle mithin, bei Auflösung in Wasser, in Jodsäure und Chlorwasserstoffsäure.

Dieser Annahme steht aber die Thatsache entgegen, dafs, wenn die Auflösung dieses Chlorjods in Wasser mit kohlensaurem Kali gesättigt wird, aufser Chlorkalium und jodsaurem Kali, ein bedeutender Niederschlag von Jod entsteht, was unzweifelhaft beweist, dafs in dem festen Chlorjod mehr Jod enthalten ist, als zur Bildung der Jodsäure gehört.

Man kann trocknes Chlorgas tagelang über trocknes Jod streichen lassen, ohne jemals eine Verbindung zu erhalten, die, in Wasser gelöst und mit Kali oder Natron gesättigt, vollkommen klar bliebe, und nicht Jod in beträchtlicher Menge fallen liefse. Die Auflösung des festen Chlorjods in Wasser ist daher zu betrachten als ein Gemenge von Chlorwasserstoffsäure, entweder mit Jodsäure und Jod, oder mit einer noch unbekannten Oxydationsstufe des Jods.

Diefs Alles gilt jedoch nur von dem festen Chlorjod oder dessen concentrirter Lösung, welche man am besten erhält, wenn man 1 Th. Jod mit 8 bis 10 Th. Wasser übergiefst, und Chlor in die Flüssigkeit leitet, bis nichts mehr aufgenommen wird und alles Jod gelöst ist. Uebergiefst man Jod mit viel Wasser und übersättigt die Lösung mit Chlor, so bekommt man allerdings

eine Flüssigkeit, die bei Sättigung mit Alkalien kein Jod fallen läſst, sondern ganz klar und wasserhell bleibt.

Jodsaures Natron erhält man am besten, wenn man Jod mit viel Wasser übergieſst, Chlorgas hineinleitet so lange es noch aufgenommen wird, und dann kohlensaures Natron zusetzt. Mit eintretender Sättigung schlägt sich eine bedeutende Menge Jod nieder. Man leitet nun abermals so lange Chlorgas hinein, bis die Flüssigkeit wieder ganz klar geworden ist, und sättigt sie aufs Neue mit Natron. Sollte sich hiebei wieder Jod ausscheiden, so muſs natürlich die Behandlung mit Chlor wiederholt werden. Die klare Flüssigkeit dampft man nun bis auf etwa den zehnten Theil ab, setzt derselben noch warm die Hälfte ihres Volums Weingeist hinzu, und läſst sie dann erkalten. Das jodsaure Natron krystallisirt jetzt als eine compacte Salzmasse, bestehend aus sternförmig gruppirten achtseitigen Säulen heraus, muſs aber durch Waschen mit Weingeist vom beigemengten Kochsalz befreit werden.

Das *jodsaure Natron* ist ein vortreffliches Reagenz zur Scheidung des *Baryts* von *Strontian*. Die Auflösungen der Strontiansalze werden nämlich durch jodsaures Natron nicht gefällt, die der Barytsalze aber so vollkommen, daſs in der über dem Niederschlag befindlichen Flüssigkeit nach einigen Minuten kein Baryt mehr zu entdecken ist.

Jodsäure wird am vortheilhaftesten und einfachsten folgendermaſsen dargestellt. Man verschafft sich auf die angegebene Art eine mit Chlor gesättigte Lösung von Chlorjod im Maximo, neutralisirt dieselbe, unter Beachtung der beim jodsauren Natron gegebenen Vorsichtsmaſsregeln, mit kohlensaurem Natron, und fällt sie dann mit Chlorbarium. Der niedergefallene jodsaure Baryt wird, nachdem er gewaschen und getrocknet ist, auf 9 Theile mit 2 Theilen Vitriolöl, verdünnt mit der 10- bis 12fachen Gewichtsmenge Wasser, übergossen, eine halbe

Stunde lang damit gekocht, und dann der schwefelsäure Baryt abfiltrirt. Die durchgegangene Lösung giebt, nach Verdunstung bis zur Syrupsconsistenz und mehrtägigem Stehen an der Luft, sehr schöne und regelmäfsige Krystalle von Jodsäure. Versucht man diese durch Abdampfung in der Wärme zu krystallisiren, so bekommt man eine weifse, durchaus unkrystallinische Masse; hat man sie zu weit eingedampft, so gerinnt sie beim Erkalten gleichfalls zu einer weifsen Masse.

Die von Sérullas empfohlene Zersetzung des Chlorjods durch Alkohol (siehe d. Ann. Bd. XX S. 515) ist unter allen Methoden zur Bereitung der Jodsäure die unvortheilhafteste. Kaum ein Siebentel des angewandten Jods erhält man als Jodsäure *).

Wenn man 1 Th. jodsaures Natron in 1 Th. Schwefelsäure und 1 Th. Wasser heifs auflöst und die Lösung auf dem Sandbade verdunsten läfst, erhält man Krystalle, die das Eigenthümliche haben, dafs sie, auf Fliefspapier gebracht, ganz nahe beim Trocknen auf einmal flüssig werden, und sich in eine zähe durchsichtige Masse verwandeln, die fast gänzlich vom Papier eingesogen wird.

Chlorsaures Kali läfst sich sehr billig darstellen, wenn man chlorigsauren Kalk (Chlorkalk) mit Wasser zu einem Brei anrührt, zur Trockne abdampft, und den Rückstand, der bekanntlich ein Gemenge von chlorsaurem Kalk und Chlorcalcium ist, mit Chlorkalium versetzt. Man erhält auf diese Weise, nach nochmaliger

*) Neuerlich hat Hr. Arthur Connell im *New Edinb. Philosoph. Journ. Vol. XI p.* 72 die directe Oxydation des Jods durch anhaltendes Kochen mit rauchender Salpetersäure als ein Mittel zur Darstellung der Jodsäure empfohlen. Er bekam auf diese Weise nach Eindunstung der Flüssigkeit die Säure in Krystallen, die nach Erhitzung und mehrmaliger Umkrystallisirung sich frei von Salpetersäure erwiesen. — Prof. Liebig hat diese in theoretischer Hinsicht nicht uninteressante Methode geprüft und sie richtig befunden, keineswegs aber in Praxis für empfehlenswerth, da sich eine grofse Menge Jod dabei verflüchtigt. *P.*

Umkrystallisirung, ein ganz reines chlorsaures Kali, dessen Menge etwa ein Zwölftel von dem angewandten Chlorkalk beträgt. Da der Chlorkalk sich nicht so leicht in der Wärme zersetzt, wie man gewöhnlich glaubt, so ist es vortheilhaft, sogleich bei seiner Bereitung das Chlor in heifse Kalkmilch zu leiten.

Berlinerblau. Das im Handel vorkommende Pariserblau, welches kupferfarben aussieht, keinen glänzenden, sondern einen matten Bruch besitzt, einen rein blauen Strich giebt, und, was hauptsächlich wichtig ist, sich äufserst leicht im Wasser vertheilt, wird folgendermafsen bereitet. Man löst 11 Th. Eisenvitriol in Wasser auf, versetzt die eine Hälfte der Lösung mit 2 Th. Salzsäure, und schüttet nun langsam eine Auflösung von Chlorkalk hinzu, bis alles Eisenoxydul vollkommen oxydirt ist. Dann mischt man die andere Hälfte der Vitriol-Lösung hinzu, und fällt das Ganze mit einer Auflösung von 10 Theilen Blutlaugensalz. Nach 4- bis 6maligem Waschen wird der feuchte Niederschlag mit Gummiwasser oder einer Auflösung von gerösteter Stärke angerührt, dann geprefst und in erhöhter Temperatur getrocknet.

Man kann auch die Lösungen des Vitriols und des Blutlaugensalzes sogleich mit einander mischen, und dann so lange eine Auflösung von Chlorkalk zu dem Niederschlage setzen, bis dieser tief dunkelblau geworden ist. Die Farbe wird rein blau, wenn man hernach die Flüssigkeit mit verdünnter Salzsäure versetzt, bis sie schwach sauer reagirt.

Chromgelb wird sehr wohlfeil und von äufserst schöner Farbe erhalten, wenn man schwefelsaures Bleioxyd, das so oft als Nebenproduct ganz werthlos ist, noch feucht mit einer Lösung von chromsaurem Kali übergiefst, von der es in der Kälte vollkommen zersetzt wird. Zu gleichem Zweck pflegt man auch wohl Bleiweifs mit chromsaurem Kali zu übergiefsen.

Schwefelbarium und *Schwefelstrontium* aus schwe-

felsaurem Baryt und Strontian darzustellen, gelingt am besten, wenn man so viel Kohle nimmt, dafs der Sauerstoff nicht als Kohlensäure, sondern als Kohlenoxyd weggeht (eine Thatsache, welche den Natron-Fabrikanten in Bezug auf die Zersetzung des Glaubersalzes durch Kohle längst bekannt gewesen ist). Dann reicht Rothglühhitze zur Reduction vollkommen hin, und wenn man das Gemenge von Kohle und schwefelsaurem Baryt oder Strontian, mit Mehlkleister zu einem Teige angestofsen und in Cylinder geformt, mit Holzkohlen in einem Windofen schichtet, so dafs zwischen der untersten Lage und dem Rost noch eine fufshohe Lage Kohlen bleibt, dann einige glühende Kohlen oben aufschhüttet, das Ganze fortbrennen läfst, bis der Ofen in voller Gluth ist, und nun alle Züge verschliefst, so sind nach 5 bis 6 Stunden die Cylinder in Schwefelbarium oder Schwefelstrontium verwandelt. Auf 4 Th. schwefelsauren Strontian oder 5 Th. schwefelsauren Baryt wird 1 Th. Kohle, am besten von dem wohlfeilen Steinkohlenrufs, genommen.

Cyanquecksilber. Wenn man Berlinerblau mit Quecksilberoxyd kocht, so erhält man meistens eine gelbgefärbte Flüssigkeit, die nur schmutzige Krystalle giebt; dampft man aber die Flüssigkeit bis zur Trockne ab, so erhält man aus der Auflösung des Rückstandes blendend weifse Krystalle. Die Flüssigkeit verliert ihren Eisengehalt gänzlich, und es ist weder Kochen mit Quecksilber noch Neutralisiren mit Cyanwasserstoffsäure nöthig.

Sehr practisch ist auch die von Desfosses gegebene Vorschrift: 1 Th. trocknes schwefelsaures Quecksilberoxyd (erhalten durch Erhitzung eines Gemenges von 2 Th. Quecksilber, 2 Th. Schwefelsäure und $\frac{1}{2}$ Th. Salpetersäure) mit einer Auflösung von 1 Th. Blutlaugensalz in 10 Th. Wasser zu kochen bis zum gänzlichen Verschwinden des niedergefallenen basischschwefelsauren Quecksilberoxyds. Man erhält $1\frac{1}{4}$ Th. Cyanquecksilber in ganz weifsen Krystallen.

Aetzkali. Bekannt ist die Bereitung des Aetzkalis, nicht aber vielleicht der Umstand, dafs bei dem Aetzendwerden des kohlensauren Kalis das Wasser eine Hauptrolle spielt.

Löst man 1 Th. reines kohlensaures Kali, oder auch Pottasche in 4 Th. Wasser, und kocht die Lösung mit gelöschtem Kalk, so wird dem Kali nicht die geringste Menge Kohlensäure entzogen. Es wird nicht ätzend, wie viel Kalk auch genommen, oder wie lange auch gekocht worden ist.

Kocht man demnach 1 Th. kohlensaures Kali und 1 Th. gelöschten Kalk mit 4 Th. Wasser einige Minuten lang, so wird eine davon abfiltrirte Portion der Flüssigkeit mit Salzsäure heftig brausen. Setzt man aber der Masse allmälig noch 6 Th. Wasser hinzu, so wird man finden, dafs das Kali, *ohne weiteres Sieden der Flüssigkeit*, immer mehr Kohlensäure verliert, bis es beim Zusatz der letzten Portion Wasser vollkommen ätzend ist.

Diese Erscheinung erklärt sich dadurch, dafs ätzendes Kali in *concentrirter* Lösung dem kohlensauren Kalk Kohlensäure entzieht. Um sich von dieser Thatsache zu überzeugen, koche man concentrirte ganz kohlensäurefreie Kalilauge einige Minuten lang mit gepülverter Kreide: die abfiltrirte Lösung wird mit Salzsäure lebhaft aufbrausen. (Geiger und Liebig's Magazin, Bd. 34 S. 26, 133; Bd. 35 S. 17, 115, 224, 225, 257.)

XII. *Kalk im krystallisirten einfach kohlensauren Natrum;* *beobachtet von G. H. Bauer.*

Der Umstand, dafs ich noch vor Kurzem in der Recension eines unserer achtbarsten deutschen Chemikers die Angabe: »*krystallisirtes einfach-kohlensaures Natrum könne zuweilen durch Kalk verunreinigt seyn,*« als ganz unmöglich bezeichnet fand, veranlafst mich, eine schon vor mehreren Jahren gemachte Erfahrung hiermit zur öffentlichen Kenntnifs zu bringen, durch welche nicht nur die Richtigkeit jener allerdings sehr paradox erscheinenden Behauptung aufser allen Zweifel gesetzt, sondern zugleich auch auf eine sehr wahrscheinliche Weise erklärt wird, wie man die Gegenwart des Kalks im kohlensauren Natrum sich vorzustellen habe.

Eine Auflösung des auf pyrochemischem Wege aus Glaubersalz dargestellten, und mit Anwendung destillirten Wassers durch mehrfaches Umkrystallisiren von allen salz- und schwefelsauren Salzen gereinigten krystallisirten kohlensauren Natrums, welche nahe $\frac{1}{4}$ davon enthielt, liefs in der Ruhe, bei einer Temperatur weniger Grade über dem Nullpunkt des Réaumurschen Thermometers ein blendendweifses krystallinisches Pulver, obwohl nur in äufserst geringer Menge, fallen, was anfangs der Meinung Raum gab, als sey die Lösung des Salzes zu concentrirt, um bei dieser Temperatur alles aufgelöst zu erhalten. Allein die Art der Ausscheidung sowohl, als auch der auffallende Lichtreflex, den diese wegen ihrer Kleinheit in der Form ganz unbestimmbaren Kryställchen zeigten, wenn sie beim Umschütteln der gegen das Licht gehaltenen Flasche, worin sie nebst der Natronlösung enthalten waren, von den Sonnenstrahlen getroffen wurden, liefsen

sogleich auf etwas noch Fremdartiges in dem aufgelösten Salze schliefsen. Das Ausgeschiedene wurde daher au. ein sauberes Filter gebracht und mehrere Male mit etwas destillirtem Wasser abgespült. Nach dem Trocknen an freier Luft bildete es ein sich rauh anfühlendes, sehr glänzendes, weifses, krystallinisches, in warmer Luft verwitterndes Pulver, das, um seine qualitative Zusammensetzung zu ermitteln, vor dem Löthrohre untersucht wurde. Hier schmolz eine Probe, für sich auf Kohle genommen, schnell zu einer durchsichtigen, ungefärbten Perle, die beim Erkalten emailartig wurde. Als ich dieselbe wieder aufheitzte und mit dem Blasen fortfuhr, verlor sie sehr bald ihre sphärische Form, breitete sich aus, und zerfiel hierbei in ein sehr leichtflüssiges, sich in die Kohle ziehendes Salz, während auf derselben ein weifser undurchsichtiger Körper liegen blieb, dessen Lichtglanz immer stärker hervortrat. Die Erscheinungen bei diesem so einfachen Versuche, so wie die früher beobachtete, in warmer Luft zu verwittern, liefsen mit ziemlicher Bestimmtheit kohlensauren Kalk, kohlensaures Natrum und Wasser vermuthen. Wiederholte Versuche auf nassem Wege bestätigten meine Vermuthung über die Zusammensetzung des untersuchten Körpers vollkommen, womit die Gegenwart des Kalks in demselben, und somit auch in meinem kohlensauren Natrum als erwiesen zu betrachten war.

Später habe ich eine mir noch übriggebliebene kleine Portion auf ganz bekanntem Wege quantitativ untersucht, und dabei das Resultat gewonnen, dafs

1 Atom kohlensaurer Kalk,
1 Atom kohlensaures Natrum und
5 Atome Wasser

sich zu einem Doppelsalze verbunden haben mufsten, denn 100 des unverwitterten Salzes gaben mir bei der Analyse:

Trock

Trocknes kohlensaures Natrum	36,20
Kohlensauren Kalk	34,10
Wasser	29,80
	100,10.

Die chemische Formel für die Zusammensetzung dieses Doppelsalzes wäre mithin:

$$\dot{\text{Na}}\ddot{\text{C}}+\dot{\text{Ca}}\ddot{\text{C}}+5\dot{\bar{\text{H}}}.$$

Wer erinnert sich hierbei nicht sogleich des vor einigen Jahren von Boussingault in Südamerika entdekten und zu Ehren eines höchst gefeierten französischen Chemikers *Gay-Lussit* genannten Fossils, das, selbst bis auf den Wassergehalt, genau in seiner Zusammensetzung mit dem hier beschriebenen Doppelsalz übereinstimmt *).

Der Kalk ist also, wenn er sich in dem kohlensauren Natrum findet, höchst wahrscheinlich als Gay-Lussit mit 5 Atomen Wasser darin enthalten. Er folgt der Auflösung eines solchen Salzes in Wasser, und wird so lange darin erhalten, bevor nicht die oben angegebene Temperaturerniedrigung eintritt. Eine vollständige Abscheidung erfolgt aber auf diesem Wege nicht; denn wie lange ich auch die dieses Doppelsalz enthaltende Natrumlösung in niedriger Temperatur stehen liefs, so blieben Oxalsäure und ihre auflöslichen Salze doch nicht ohne Reaction, als sie mit der über dem abgelagerten Doppelsalze stehenden klaren Flüssigkeit versetzt wurden.

*) Siehe diese Ann. Bd. VII (83) S. 97, und Bd. XVII (93) S. 556, auch S. 554. *P.*

XIII. *Versuche über die desinficirende Wirkung einer erhöhten Temperatur; von W. Henry in Manchester.*

(Auszug aus dem *Philosph. Mag. and Annals, Vol. X p.* 363.)

Durch einen Kaufmann in Manchester aufgefordert, ein Verfahren zu ersinnen, mittelst dessen die rohe ägyptische Baumwolle, unbeschadet ihrer Eigenschaften und ohne Nachtheil für die Maschinen, auf denen sie später verarbeitet werden mufs, wo möglich desinficirt werden könne, verfiel Hr. Henry, geleitet durch die vom Dr. Russell in seiner *Natural History of Aleppo, Vol. II p.* 339, gemachte Bemerkung, dafs die Pest in Aleppo jedesmal bald nach Eintritt der heifsen Jahreszeit bedeutend nachlasse, auf den Gedanken, eine zweckmäfsige Erwärmung der Körper möge wohl das in ihnen enthaltene Pestgift zerstören.

Um die Anwendbarkeit dieses Mittels zu prüfen, setzte er im August 1824 rohe Baumwolle in einem trocknen Gefäfse, das von Wasserdampf umgeben war, zwei Stunden lang einer Hitze von 190° F. aus; allein nach dem Erkalten fand sich die Baumwolle so verändert, dafs der Kaufmann sie durchaus als völlig unbrauchbar für die weitere Bearbeitung erklärte. Dasselbe war der Fall mit Baumwollengarn, das ebenfalls zwei Stunden lang bis 190° F. erhitzt worden war. Eine Strähne Mulegarn, die, im natürlichen Zustande, erst von einem Gewichte von 246¼ Pfund, zerrissen wurde, trug, wenn sie bis 190° F. erhitzt worden war, gleich nach dem Erkalten nicht mehr als 166⅔ Pfund. Die Stärke des Garns war demnach durch die Erhitzung um ein volles Drittel geschwächt worden, und es schien sich demnach diefs Mittel als völlig unbrauchbar zu ergeben. Glücklicherweise

hatte man einige Strähnen des erhitzten Garns in einem Keller bei Seite gelegt, und als man diese vier Tage hernach zufälligeweise betrachtete, zeigten sie eine solche Veränderung in ihrer Textur, daſs man dadurch veranlaſst wurde, ihre Stärke abermals zu prüfen. Eine Strähne von gleicher Dicke wie die früheren trug jetzt 241¼ Pfund; mithin hatte das Garn jetzt beinahe seine ursprüngliche Stärke wieder erhalten.

Umstände verhinderten den Dr. Henry damals die Untersuchung weiter fortzusetzen, und so blieb sie liegen, bis er im J. 1831 durch die in England sich aller Gemüther bemächtigenden Furcht vor der Cholera auf sie zurückgeführt wurde. Mit Hülfe des Hrn. Peter Ewart wiederholte er zunächst seine früheren Versuche und fand sie vollkommen bestätigt. Rohe Baumwolle, die durch ein zwei- bis dreistündiges Erhitzen auf 180° F. zwei bis drei Unzen auf das Pfund an Gewicht verloren hatte, und dadurch zur Verspinnung zu Garn vollkommen unbrauchbar geworden war, erhielt, nachdem sie zwei bis drei Tage an feuchter Luft gelegen hatte, mit der Wiederaufnahme ihres hygroskopischen Wassers auch ihre vorherige Tauglichkeit zum Verspinnen wieder. Auch überzeugte sich Hr. H., daſs Fabrikate aus Baumwolle, Seide oder Wolle, wie zart auch ihr Gewebe und empfindlich ihre Farbe sey, eben so wie Federn, durch eine Erhitzung bis 180° F. nichts an ihrer Güte verloren, wenn man sie nur hernach einige Stunden an der Luft liegen lasse.

Es war nun noch der wichtige Punkt zu untersuchen, in wiefern eine Erhitzung bis zum Siedpunkt des Wassers im Stande sey ein Contagion zu zerstören. Am zweckmäſsigsten für die Erreichung dieses Zweckes schien Hrn. H. das Pockengift zu seyn, und er stellte demnach die folgenden Versuche damit an.

Lymphe, die man auf kleinen Glasstücken an der Luft in gewöhnlicher Temperatur hatte eintrocknen las-

sen, wurde vier Stunden lang einer Hitze von 180° F. ausgesetzt. Drei gesunde Kinder wurden nun mit dieser Materie geimpft, allein ohne allen Erfolg; als sie späterhin mit frischer Materie geimpft wurden, schlug diese bei allen drei an.

Lymphe, die eben so lang eine Hitze von 120° bis 140° F. erlitten hatte, zeigte sich gleichfalls ohne Wirkung bei zwei gesunden Kindern, die indefs späterhin durch frische Materie mit allem Erfolg geimpft wurden.

Vier Portionen einer sehr frischen Pockenlymphe, die, auf Glasstücken, zwei bis drei Stunden lang einer Hitze, die nie über 160° F. ging, ausgesetzt wurden, zeigten sich beim Impfen vollkommen wirkungslos. Auf demselben Arm des Kindes brachte indefs die in gewöhnlicher Temperatur der Luft getrocknet gewesene Pockenmaterie sogleich eine Pustel hervor.

Lymphe dagegen, die drei Stunden lang nur eine Hitze von 120° F. ausgehalten hatte, brachte noch bei zwei Kindern sehr wohl ausgebildete Pusteln hervor.

Aus diesen Versuchen, welche demnach ergeben, dafs das Pockengift schon durch eine Temperatur von 140° F. völlig zerstört wird, schliefst Hr. Henry, dafs die Erhitzung ein zweckmäfsiges Mittel abgebe, um die von Substanzen, wie Wolle, Baumwolle, u. s. w. absorbirten contagiösen Materien, die er *Fomites* nennt, vollkommen unschädlich zu machen, und er empfiehlt daher, die verdächtigen Substanzen, in aufgelockertem Zustande, in einem Gefäfs mit doppelten Wänden, zwischen denen Wasserdampf circulirt, zweckmäfsig zu erhitzen, oder von trockner heifser Luft, die durch ein Rohr in den Apparat geleitet wird, durchströmen zu lassen.

XIV. *Ueber die Wirkung des gerösteten Kaffees auf thierische und pflänzliche Ausdünstungen; Vorwort zu dem folgenden Aufsatz.*

Die im häuslichen Leben mehr als unter Aerzten bekannte Erfahrung, dafs der üble Geruch aus dem Munde, welcher dem Genusse stark duftender Speisen folgt, leicht gehoben werde, wenn man eine geröstete Kaffeebohne, ohne sie schnell zu verschlucken, mit den Zähnen zerdrückt, und diefs nöthigenfalls einigemal wiederholt, hat Hrn. Dr. C. C. Weifs, Physicus des Kreisamts Freiberg, Veranlassung gegeben, die Anwendbarkeit des Kaffees als Schutzmittel wider schädliche Ausdünstungen näher zu prüfen. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung, welche von ihm in einem besonders erschienenen Schriftchen niedergelegt worden ist *), zieht er den Schlufs, dafs der Dunst des gerösteten Kaffees wirklich ein sicheres Mittel sey, animalische Effluvia aller Art zu zerstören. In wie weit sich diese Folgerung bei einer Wiederholung der Versuche bewährt hat, wird man aus dem folgenden Aufsatz ersehen; hier ist es nur der Zweck, die vom Hrn. Dr. Weifs gemachten Erfahrungen in gedrängter Kürze vorzutragen.

Schon im Aufgufs kann der Kaffee in besonderen Fällen als geruchwidriges Mittel benutzt werden; die vortheilhafteste und allgemeinste Art aber, ihn zur Vertreibung schädlicher oder unangenehmer Ausdünstungen anzuwenden, besteht darin, dafs man die grünen Bohnen fein pülvert, was sich bei den in mäfsiger Wärme getrockneten leicht

*) *Coffea arabica* nach seiner zerstörenden Wirkung auf animalische Dünste als Schutzmittel gegen Contagien, vorgeschlagen von Dr. C. C. Weifs, Physicus des Kreisamts Freiberg. (Freiberg 1832.)

bewerkstelligen läfst, und das Pulver auf ein über der Flamme einer Lampe erhitztes Eisenblech streut. Der sich alsdann erhebende aromatische Dunst macht die in der Umgebung befindlichen Effluvia, besonders wenn sie animalischen Ursprungs sind, schnell verschwinden. Wenige Grane des Kaffeepulvers sind auf diese Weise hinreichend, in einem Zimmer von mäfsiger Gröfse den Geruch von Fleischspeisen völlig unwahrnehmbar zu machen, und nur der Duft von vegetabilischen Speisen erfordert ein längeres Räuchern. Eben so schnell und dauernd wird der höchst penetrante Geruch der sogenannten Weichbrühe der Lohgerber vertrieben, und selbst der Geruch des Moschus und Bibergeils, welcher allen auf ihn einwirkenden Potenzen so kräftig widersteht, wird, wenn gleich schwierig, dennoch vom Kaffeedunste umgeändert und aufgehoben, in gleichem Grade wie auch der Geruch von Asa foetida und vegetabilischen Aromen der hinlänglich starken Einwirkung des Kaffeedunstes zuletzt vollkommen weicht. Bei allen diesen Räucherungen tritt, wie Hr. W. bemerkt zu haben glaubt, ein völliger Sättigungspunkt ein, wo man weder den Kaffeedunst, wenn man nur seinem Entwicklungsort nicht zu nahe ist, noch den Geruch des Effluviums mehr verspüren kann, und diefs veranlafst ihn, in den Kaffeedunst eine ganz eigenthümliche, auf Zerstörung jener Effluvien gerichtete Eigenschaft anzunehmen.

Um zu erfahren, welches der durch das Rösten des Kaffees hervorgebrachten Producte vorzugsweise die geruchwidrige Eigenschaft besitze, veranlafste Hrn. Dr. W. den Prof. Lampadius eine nähere Untersuchung in dieser Beziehung anzustellen. Es wurde daher zu zwei verschiedenen Malen eine Portion rohen Kaffees der trocknen Destillation unterworfen, bis die Bohnen vollkommen verkohlt waren. Das Destillat bestand, aufser Wasser und Gasen, aus 31,3 Proc. (vom Gewicht des Kaffees), einer empyreumatisch-sauren Flüssigkeit und aus

8,3 Proc. einer empyreumatischfettigen Substanz. Die saure Flüssigkeit, welche Hr. Lampadius nach einer späteren Untersuchung *) für identisch mit der von Pfaff dargestellten *Kaffeesäure* zu halten geneigt ist, nennt Hr. Dr. Weifs empyreumatische Kaffeesäure, und die fettige Substanz: empyreumatisches Kaffeefett. Beide Substanzen kommen in ihrer Wirkung auf animalische und vegetabilische Gerüche dem Dampfe des gerösteten Kaffees nicht nur vollkommen gleich, sondern wirken selbst noch intensiver; beide zerstören auch thierische Ausdünstungen schneller als pflänzliche.

Eine nähere Untersuchung dieser Stoffe im Vergleich zur Wirkung anderer desinficirender Mittel ergab folgende Resultate.

Eine Unze höchst übelriechender Weichbrühe erforderte, um völlig geruchlos zu werden, von concentrirtem Kaffeeaufgufs 6 Quentchen, von gutem Weingeist 2 Quentchen, von Holzessig 1 Quentchen, von Essigsäure 24 Tropfen, von concentrirter Essigsäure 8 Tropfen, von empyreumatischer Kaffeesäure 4 Tropfen, und vom Kaffeefett 2 Gran Nach 24 Stunden waren bei allen abermals ein geringer fauliger Geruch zu bemerken, nur bei den beiden letzten Substanzen nicht.

1 Gran Moschus, mit 15 Gr. Kaffeefett leicht zusammengedrückt, verlor seinen Geruch vollkommen, während das Wachspapier, in dem er aufbewahrt worden, den Geruch an freier Luft noch lange beibehielt. Eben so wurde 1 Gran Moschus durch 16 Tropfen Kaffeesäure seines Geruchs vollkommen beraubt, ungeachtet die Mischung in einem dicht verschlossenen Glase aufbewahrt wurde. Gleich günstig war der Erfolg des leichten Zusammenreibens von 5 Gr. Castoreum mit 20 Gr. Kaffeefett. Der Geruch des ersteren war und blieb und auf die Dauer zerstört.

Schwieriger als animalische Gerüche werden vegeta-

*) Erdmann's Journal, Bd. XIII S. 1.

bilische durch den Kaffee aufgehoben. Asa foetida wird erst von der doppelten Menge Kaffee unriechbar gemacht, Rose's aromatischer Essig sogar erst von dem 12fachen Gewicht Kaffeesäure. Auch der Geruch gerösteter Mohrrüben, gerösteter Wachholderbeeren erfordert zu seinem Verschwinden eine starke Einwirkung von Seiten des Kaffees. Am stärksten widerstehen aber vegetabilische Aromen, und besonders schwer der von Oel und von Taback; auf den Schwefelkohlenstoff wirkt dagegen der Kaffe wiederum geruchzerstörend.

Hr. Dr. Weifs hat auch einen Vergleich zwischen der Kraft des Kaffees und der von gerösteten Wachholderbeeren angestellt. Er ging dabei von der Voraussetzung aus, dafs wenn die gerösteten Wachholderbeeren als Dämpfe angewandt wirklich desinficirend und nicht blofs einhüllend wirkten, ihr wäfsriger Auszug, wie der des gerösteten Kaffees, ebenfalls diese Wirkung ausüben müfste. Allein es wurde gerade das Gegentheil bemerkt: ungeachtet der concentrirte Aufgufs dieser Beeren sehr bedeutend sauer reagirte, desinficirte er doch gar nicht. Aroma, wie er fand, verhalten sich in dieser Hinsicht den Wachholderbeeren gleich, und er schliefst daraus, dafs die Wirkung auf Effluvien, welche man bei allen spirituösen aromatischen Präparaten bemerkt, dem Weingeist selbst zukommt, und mit der Stärke dieses, der die genannte Kraft im hohen Grade besitzt, verschieden ausfällt.

Nicht zu entfernt vom Gegenstande der so eben mitgetheilten Notiz möchte es wohl liegen, hier noch in Kürze die Hauptresultate der interessanten Arbeit über den Kaffee aufzuführen, welche Hr. Prof. Pfaff vor längerer Zeit in Schweigger's Journal, Bd. 61 S. 487 und Bd. 62 S. 31, bekannt gemacht hat. Es sind drei

Substanzen, deren genauere Kenntnifs wir dieser Untersuchung verdanken.

1) *Coffeïn*, nach dem weiterhin beschriebenen Verfahren bereitet, eine geruchlose, rein und nicht widrig bitter schmeckende lockere, Masse, die aus biegsamen, seidenartig glänzenden, weifsen oder höchst wenig in's Grünliche fallenden Nadeln besteht, und bei 15° R. das specifische Gewicht 1,23 besitzt. Es löst sich bei mittlerer Temperatur in 50 Th. Wasser, reichlicher in siedendem Wasser, auch leicht in Weingeist von 75 bis 80 Procent Alkohol, ist dagegen unlöslich in absolutem Alkohol, Schwefeläther und Terpenthinöl. Die wäfsrigen Lösungen reagiren weder alkalisch noch sauer, und werden nicht gefällt von Gallussäure, Galläpfeltinktur, Kalk- und Barytwasser, Leimlösung, Brechweinstein und anderen Metallsalzen. Von Kalilauge, und besonders von Ammoniakflüssigkeit, wird es leichter als vom Wasser gelöst. Essigsäure löst es leicht, ohne dadurch im Geringsten gesättigt zu werden; Salpetersäure verhält sich eben so, und kann auch mit dem Coffeïn gekocht und eingedampft werden, ohne im Mindesten zerstörend auf dasselbe zu wirken. Das Coffeïn schiefst unverändert aus der heifsen Säure an. Auf einem glühenden Platinblech verflüchtigt sich das Coffeïn gänzlich, ohne weder einen ammoniakalischen noch empyreumatischen Geruch zu verbreiten.

Nach einer mit Prof. Liebig unternommenen Analyse *) besteht das Coffeïn aus:

4 At.	Kohlenstoff	305,750	49,79
5 -	Wasserstoff	31,199	5,08
2 -	Stickstoff	177,036	28,83
1 -	Sauerstoff	100,000	16,30

so dafs man es als $N^2C^2O\frac{1}{2}+(C^2H^4+\frac{1}{2}OH^2)$ eine Verbindung von einer Cyansäure, die halb so viel Sauerstoff als die gewöhnliche enthält, mit Aether betrachten

*) Annal. der Pharmacie, Bd. I S. 17.

kann, analog dem Cyansäure-Aether *). Es enthält aufserdem $\frac{1}{2}$ At. Krystallwasser, das beim Erhitzen davongeht.

2) *Aromatische Kaffeesäure.* Ein weifses in Alkohol unlösliches Pulver, dessen wäfsrige Auflösung schwach gefärbt ist, das Lackmus stark röthet, nicht oder sehr wenig getrübt wird von Ammoniakflüssigkeit, kohlensaurem Kali und Natron, Kalkwasser, salpetersaurem Quecksilberoxyde und Oxydul, oder Bleizucker und Bleiessig, von den drei ersten Substanzen aber braun, und vom Kalkwasser gelb gefärbt wird, vom salzsauren Eisenoxyd keine Grünfärbung erleidet (was indefs vom salzsauren Goldoxyd geschieht), auch vom Kupferoxyd-Ammoniak nicht die für Aepfelsäure so charakteristische grüne Farbe bekommt, dagegen aber mit Barytwasser einen gelben, in Salpetersäure löslichen, und mit Eiweifs einen flockigen, durchaus nicht grün werdenden Niederschlag giebt. Die charakteristische Eigenschaft der Kaffeesäure ist aber die, dafs sie bei Erhitzung sehr stark den angenehmen Geruch des gebrannten Kaffees verbreitet. Nach Prof. Pfaff's Analyse besteht diese Säure aus: 64 Sauerstoff, 29,1 Kohlenstoff und 6,9 Wasserstoff, also fast übereinkommend mit der Zusammensetzung der Apfelsäure nach Fromherz (diese Ann. Bd. XII S. 272), deren Unrichtigkeit indefs durch Liebig erwiesen worden ist (diese Annalen Bd. XVIII S. 361).

3) *Gerbstoff-Kaffeesäure* ist nur als ein dunkelbraunes Extract erhalten worden, das sehr sauer und zusammenziehend, aber durchaus nicht bitter oder hinterher süfs schmeckt, sich in Wasser in allen Verhältnissen, weniger in absolutem Alkohol löst. Die wäfsrige Lösung bis nahe zur Farblosigkeit verdünnt, wird durch salpetersaures Eisenoxyd schön smaragdgrün gefärbt, concentrirter auch dunkelgrün gefällt. Vom schwefelsauren Eisenoxyd wird sie anfangs nicht verändert, dann grün gefärbt, und zuletzt weifs gefällt. Von Kupferoxyd-Ammo-

*) Diese Annalen, Bd. XX S. 395.

niak wird sie erst sehr schön pistaciengrün gefärbt, dann schmutzig grün gefällt. Chlorgoldlösung bewirkt eine beim Durchsehen grünliche, beim Daraufsehen braune Färbung, und zuletzt einen Niederschlag von reducirtem Gold. Mit salpetersaurem Quecksilber-Oxydul und Oxyd entsteht ein grauer, hernach fleischfarbener Niederschlag, mit Kalkwasser ein orangengelber, und mit Barytwasser ein schwefelgelber. Vom Sublimat und Brechweinstein und Hausenblase-Lösung wird sie nicht verändert, von Ammoniak, Kali und Natron rothbraun, vom kohlensauren Kali und Natron erst grünlich, dann röthlichbraun und zuletzt an der Luft gesättigt grün gefärbt. Eiweifs wird von dieser Säure in Flocken gefällt, und die Flüssigkeit nach einiger Zeit dann schön grasgrün. Schwefeläther löste die extractartige Masse gröfstentheils; der Rückstand zeigte aber alle die vorhin genannten Eigenschaften, bis auf die grüne Färbung mit Eiweifs, die er nicht hervorbrachte.

Die *Darstellungsweise* dieser Substanzen war folgende: 6 Pfund gröblichen Pulvers von rohem Portoricco-Kaffee wurden fünf Mal hinter einander 24 Stunden lang in gelinder Wärme mit Wasser digerirt, die drei ersten Male mit 18 Pfund, die beiden letzten Male mit 9 Pfund, und nun die Auszüge erst mit Bleizucker und dann mit Bleiessig gefällt. In den Niederschlägen ist die Säure, in der Flüssigkeit das Coffeïn enthalten. Letztere wurde, nach Entfernung des überschüssigen Bleis durch Schwefelwasserstoff, mit kohlensaurem Kali gesättigt, wobei ein reichlicher grünweifser Niederschlag von *kohlensaurer Kalk-* und *Talkerde* entstand (von welcher letzteren sich auch noch viel beim Eindampfen abschied), und nun mit gereinigter Knochenkohle gekocht. Beim Erkalten schofs dann das Coffeïn in Nadeln an, die durch Auflösen im Weingeist von 76 Procent und Umkrystallisiren nun völlig gereinigt wurden. (Bei der späteren Untersuchung wurde die mit Bleizucker gefällte Lösung so lange mit Bleioxydulhy-

drat gekocht, bis eine neue Portion desselben sich nicht mehr färbte.)

Zur Darstellung der Säure wurde der obige Bleiniederschlag in Wasser eingerührt und durch Schwefelwasserstoff zersetzt, die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit bis zur Syrupsconsistenz eingedampft, und der Rückstand mit einer gleichen Menge Alkohol versetzt. Das vom Alkohol Gelöste enthält die Gerbstoff-Kaffeesäure, das Ungelöste die aromatische Säure. Letztere mufs indefs in Wasser aufgelöst werden, um sie von einigen unlöslichen kaffeesauren Salzen zu befreien.

XV. *Bemerkungen über die von Hrn. Dr. Weifs am Kaffee beobachtete Eigenschaft, animalische und vegetabilische Effluvien zu zerstören;*

von G. Schweitzer.

In einer kürzlich erschienenen Schrift hat Hr. Dr. Weifs darzuthun gesucht, dafs der beim Brennen des Kaffees entweichende Dampf die Fähigkeit besitze, den Geruch thierischer und auch vegetabilischer Ausdünstungen zu zerstören, und dadurch die Aufmerksamkeit Vieler auf diesen Gegenstand hingezogen. Um mich von der eigenthümlichen Kraft des Kaffeedampfs zu überzeugen, habe ich mehrere Versuche angestellt, die ich so frei bin hier niederzulegen.

Beim Rösten des Kaffees entwickeln sich nach den neusten Versuchen des Hrn. Prof. Lampadius zwei Säuren: empyreumatisch-aromatische Kaffeesäure und empyreumatische Essigsäure, und ein empyreumatisches Kaffeefett; diese haben, nach Hrn. Weifs, die Eigenschaft Effluvien zu zerstören. Ich machte ein Kaffeedestillat,

indem ich nach der Angabe grünen Kaffee im Wasserbade trocknete, pulverte, in eine Glasretorte schüttete, diese in eine Sandkapelle stellte und den Kaffee gelinde röstete; in kalt gehaltener Vorlage wurden die Dämpfe condensirt, die sich durch einen höchst durchdringenden, an Körpern lange haftenden Geruch auszeichnen.

Nur einige Versuche will ich jetzt anführen, um zu beweisen, dafs der Kaffeedampf nicht zerstörend, sondern nur einhüllend wirkt. Wirkte der Kaffeedampf zerstörend auf Ausdünstungen, so müfste bei sorgfältiger Behandlung ein Augenblick eintreten, wo weder der Kaffeedampf, noch etwas von den Effluvien durch die Geruchsnerven wahrnehmbar wäre, indem sowohl der Kaffeedampf, als auch die Effluzien verändert und indifferent würden. Diefs hat nun zwar auch Hr. Prof. Lampadius bei Durchräucherung eines Zimmers gefunden; allein ich habe bei keinem meiner Versuche einen solchen Punkt eintreten gesehen. Immer fand ein gemischter Geruch statt, oder waren die Effluvien nicht so durchdringend, herrschte deutlich der Kaffeegeruch vor.

Ein Gefäfs, von einem höchst widerlichen Käsegeruch erfüllt, suchte ich dadurch zu reinigen, dafs ich Dämpfe des Kaffeedestillats hineinleitete; der Geruch zeigte sich im Anfange nach Kaffee und Käse gemischt, und erhielt sich auch im verschlossenen Gefäfse; nachdem ich aber das Gefäfs länger den Dämpfen aussetzte, wurde der Kaffeegeruch prädominirend, doch trat nach einiger Zeit der gemischte, jedoch nicht starke Geruch wieder hervor, sobald ich das Gefäfs offen an die Luft stellte. Es ist bekannt, dafs der Käse oft viel Ammoniak aushaucht, hier hat sich denn die brenzliche Säure mit dem Ammoniak verbunden, wodurch zwar dem Käse der stark durchdringende ammoniakalische, durchaus aber nicht der widerliche Geruch genommen wurde. Dafs hier das Brenzliche bei den Kaffeesäuren das Wirkende, also Umhüllende ist, läfst sich dadurch beweisen, dafs das Kaffee-

fett eine ähnliche, nur noch stärker umhüllende Eigenschaft hat, weil das Fett ein starker Träger des Empyreuma ist, und Fett frei von dem Brenzlichen sich ganz indifferent verhält. Nimmt man etwas übelriechenden Käse, rührt ihn mit etwas Wasser an und setzt Essig hinzu, so weicht der ammoniakalische, doch nicht der widerliche Geruch, setzt man statt des Essigs brenzlichen Holzessig hinzu, so wird von einer kleinen Menge der Geruch des Käses leicht eingehüllt, was selbst durch einen sehr concentrirten Kaffeeaufgufs höchst schwach geschieht, so dafs in dieser Hinsicht das Empyreuma des Kaffees dem des Holzessigs nachsteht.

Eine Cloake, die nach völliger Ausräumung noch einen höchst unangenehmen Geruch verbreitete, wurde stark mit Kaffeedampf angefüllt, anfänglich roch der Kaffee vor, doch sehr bald zeigte sich ein gemischter Geruch, und nach Verflüchtigung des Kaffeedampfs trat der vorige widerliche Geruch hervor.

In einem Zimmer wurde so viel Bernsteinöl verflüchtigt, dafs es deutlich danach roch, wozu nur wenig erforderlich war; aber keine noch so starke Räucherung vermochte den Geruch zu tilgen, wohl aber auf einige Zeit zu umhüllen.

Ein mit Asafötidatinktur und ein anderes mit Castoreumtinktur getränktes Papier wurden lange den Dämpfen des röstenden Kaffees ausgesetzt, aber von einer Zerstörung des Geruchs war durchaus nichts wahrnehmbar. Arbeitet man anhaltend mit den Kaffeedämpfen, so können die Geruchsnerven leicht trügerisch werden; als Beweis diene Folgendes:

Ein mit Moschustinktur getränktes Blättchen wurde lange den Kaffeedämpfen ausgesetzt, und darauf noch in ein Kaffeedestillat getaucht, bei der Prüfung schien es mir, als wäre der Moschusgeruch gänzlich verschwunden; Andere, die nicht so lange den Kaffeedämpfen ausgesetzt waren, erkannten gleich den charakteristischen Ge-

ruch des Moschus, der in seiner Stärke wieder hervortrat, sobald das Papier der Luft ausgesetzt wurde.

Es kann durchaus nicht als Beweis der Zerstörung des Effluviums dienen, wenn man einen Raum, der übel riecht, mit Kaffeedampf anfüllt und ihn verschlossen hält, wodurch das Effluvium nicht wahrnehmbar, und gleichsam, bei hinreichender Menge des Kaffeedampfs, von diesem eingehüllt wird; man lasse der Luft den freien Zutritt, und nach Verflüchtigung des Kaffeegeruchs wird das Effluvium charakteristisch genug hervortreten, es sey denn, dafs während der Verflüchtigung des Kaffeegeruchs sich auch das Effluvium verflüchtigt habe.

Die während der Versuche gemachten Erfahrungen erlaube ich mir in der Kürze zusammenzustellen:

1) Man darf nicht, um ein richtiges Urtheil zu fällen, die Prüfung in einem verschlossenen Raume anstellen, aus mehreren oben angeführten Gründen.
2) Man hat darauf zu sehen, ob das Effluvium sich schwerer oder leichter verflüchtigt als der Kaffeegeruch; im ersten Falle bleibt nach Verflüchtigung des Kaffeegeruchs das Effluvium wenigstens theilweise zurück, im zweiten Falle entweicht es unter der Umhüllung des Kaffeegeruchs.
3) Das Kaffeedestillat oder überhaupt die Kaffeedämpfe wirken durchaus nicht zerstörend, sondern nur einhüllend auf Effluvien ein.
4) Das Einhüllende liegt im Empyreuma.
5) Das Empyreuma des Kaffees gehört zu den stärksten organischen Einhüllungsmitteln, so ist das Empyreuma von röstenden Wachholderbeeren; Eicheln und Getraide viel schwächer, doch das vom brenzlichen Holzessig viel stärker.

XVI. *Beitrag zur Kenntnifs der Krystallisation des gediegenen Goldes;* *von C. Naumann.*

Gustav Rose's treffliche Arbeit über das Gold *), deren Resultate für die chemische und krystallographische Kenntnifs der Species von grofser Wichtigkeit sind, habe ich mit ganz besonderem Interesse gelesen. Was die Vermuthung betrifft, dafs die dem Silber, im Vergleich mit dem Golde, noch fehlenden Formen sich finden werden, so ist es mir angenehm, dieselbe für das Rhomben-Dodecaëder und Tetrakishexaëder bestätigen zu können, indem ich mir erlaube, für die letztere Gestalt insbesondere an eine in meinem Lehrbuche der Mineralogie erwähnte Beobachtung zu erinnern. Eine in der Mineraliensammlung meiner Frau befindliche kleine Krystallgruppe zeigt das neuerdings durch eine Messung im Sonnenlichte als $\infty O2$ bestimmte Tetrakishexaëder nicht nur selbstständig, sondern auch zugleich die Combinationen $\infty O\infty . \infty O2$ und $\infty O2 . \infty O . O$, in welcher letzteren die Flächen von ∞O und $\infty O2$ oscillatorisch combinirt sind, so dafs ein Tetrakishexaëder mit convexen Flächen zum Vorschein kommt; daher auch aus der Figur der sehr kleinen Abstumpfungsflächen, die dem Octaëder angehören, die Varietät nicht als $\infty O2$ zu erkennen war. Ueber die Localität besagt die vom Hrn. Inspector Gössel verfafste Etikette nichts.

In einer anderen hiesigen Privatsammlung sah ich vor Kurzem eine schöne Krystallgruppe von Joh. Georgenstadt mit sehr flachen Tetrakishexaëdern, die meist nach einer trigonalen Zwischenaxe skalenoëderartig verlängert, auch sonst

*) Diese Annalen, Bd. XXIII S. 196.

sonst verzerrt, an einigen Individuen aber sehr regelmäfsig ausgebildet sind. Der Besitzer erlaubte mir eine Messung vorzunehmen, die wegen der unbequemen Befestigung der ganzen Gruppe am Goniometer nur mit approximativer Justirung der Kante und bedeutender Excentricität, auch, wegen der nicht hinreichend spiegelnden Oberfläche der Krystalle, im Sonnenlichte, und, wegen der Localität, bei etwa fünf Fufs Entfernung des zweiten Objectes vorgenommen werden mufste. Ich fand für den Neigungswinkel zweier, an einem tetragonalen Eck gegenüberliegender Flächen wiederholt Werthe zwischen 152° und 153°. Da derselbe Winkel für ∞O4 fast genau 152° beträgt, und meine Messung leicht um 1° fehlerhaft seyn kann, auch der Winkel zweier anliegenden Flächen jenes Eckes 161° gefunden wurde, so läfst sich wohl annehmen, dafs die beobachtete Varietät ∞O4 sey, die am Flufsspath und (hemiëdrisch) am Glanzkobalte, aber am Golde noch nicht beobachtet wurde. Das Rhombendodecaëder ist am Silber aus Sachsen keine seltene Erscheinung; so befinden sich in der eben erwähnten Sammlung kleine niedliche Krystalle der Combination ∞O . O . ∞O∞ (Rose's Fig. 6.) mit zum Theil sehr vorherrschenden Flächen des Dodecaëders.

Wegen des zweiten von Rose beobachteten Hexakisoctaëders erlaube ich mir die etwas verwegene Conjectur, dafs selbiges 15O$\frac{5}{3}$ sey, weil diese Gestalt zu dem Ikositetraëder 3O3, welches in der Krystallreihe des Goldes eine so wichtige Rolle spielt, in dem ausgezeichneten Verhältnisse steht, dafs ihre längsten Kanten durch die Flächen des letzteren abgestumpft werden. Rose's Messungen sind nur als sehr ungefähre zu betrachten, weil das spiegelnde Object eine Lichtflamme in einem Fufs Entfernung vom Goniometer war. Er giebt an:

1) Kante	B = 174° 19′	bis	174° 44′
2) CK. zu ∞O =	164 10	-	164 30
3) CK. zu O =	142 50	-	143 10.

Man kann also die Ableitungszahlen im Zeichen mOn auf drei Arten berechnen, und findet:

aus Winkel 1 und 2		$m=18{,}10$	$n=1{,}763$
- - 3 - 1		$m=18{,}72$	$n=2{,}058$
- - 2 - 3		$m=25{,}04$	$n=1{,}770$.

Aus Rose's Fig. 10 folgt aber nothwendig, dafs $n<2$ seyn mufs. Die Winkel 1 und 3 geben also in Bezug auf n ein sehr fehlerhaftes, die Winkel 2 und 3 aber in Bezug auf m ein sehr abweichendes Resultat. Es möchte demnach der Winkel 3 der unrichtigste, und das aus den Winkeln 1 und 2 folgende Resultat der Wahrheit am nächsten seyn, daher denn auch diese Winkel zur Prüfung unserer Conjectur dienen müssen. Ist aber die Gestalt wirklich $15O\frac{6}{5}$, so wird:

CK. zu $\infty O=165^\circ\ 36'$;	kleinste Differenz	1°	$6'$
Kante $B=173\ \ 28$;	- -	0	51.

Diese Differenzen können sehr wohl aus Beobachtungsfehlern entspringen, wenn das spiegelnde Object eine in einem Fufs Entfernung befindliche Lichtflamme ist.

XVII. *Ueber eine neue Art Farbenverwandlung am pyramidalen Zirkon (Varietät Hyacinth); von G. F. Richter,*

Administrator der bergacademischen Mineralien-Niederlage.

Diejenige Varietät vom pyramidalen Zirkon, welche Hyazinth genannt wird, und in Menge im Handel zum Vorschein kommt, besitzt eine eigenthümliche Farbe, welche Werner »Hyazinthroth« genannt hat. Man kann dieselbe als eine Mischung vom Cochenillroth des Rubins mit Karminroth, Gelb und etwas Braun betrachten. Die durchsichtigen so gefärbten Körner dieses Minerals zeichnen sich durch einen schwachen Demantglanz aus,

sind fallen sehr angenehm in's Auge. Um die hyazinthrothe Farbe recht deutlich zu erhalten, las ich bei Sonnenschein aus einem in dunkler Schachtel an einem dunkeln Orte aufbewahrten Hyazinthsande die Körner von lebhaftester Farbe aus. Schon am andern Tage war die Farbe der ausgelesenen Körner, die ich am freien Lichte hatte stehen lassen, in bräunliches Roth umgeändert, welches sich nach längerer Zeit fast dem Braun mehrerer Abarten vom Zirkon aus Norwegen näherte, und der Demantglanz wurde glasartig. Machte ich Furchen in dem Haufen, so kamen wieder lebhaft gefärbte und stärker glänzende Körner zum Vorschein, da wo durch die Furche der Hyazinthsand aufgewühlt war. Aber auch diese verloren diese Eigenthümlichkeit sehr bald. Um zu versuchen, ob die Körner, welche den Glanz bereits verloren hatten, durch längeres Stehen im Dunkeln denselben wieder erhielten, liefs ich eine Schachtel mit Körnern, die ihren Glanz bereits verloren hatten, vierzehn Tage im Dunkeln unter schwarzem Papier stehen, und fand dann durch Vergleichung, dafs das Roth derselben und der Demantglanz wirklich lebhafter geworden war, ohne jedoch völlig die vorige Stärke erreicht zu haben.

Die eben mitgetheilte Erfahrung erinnert an folgende, welche Herr Faraday vor mehreren Jahren im *Quarterly Journal of Science, Vol. XVI p.* 164, bekannt gemacht hat.

Es ist bekannt, sagt Hr. F. am genannten Ort, dafs gewisse Stücke Tafelglas allmälig eine Purpurfarbe annehmen, die zuletzt verhältnifsmäfsig sehr dunkel wird. Diese Veränderung geschieht langsam, doch aber rasch genug, um nach zwei oder drei Jahren merkbar zu werden. Viele der Fensterscheiben, welche vor wenigen Jahren in einige Häuser der Bridge Street eingesetzt wurden und damals farblos waren, haben jetzt eine violette oder Purpurfarbe erhalten. Um zu erfahren, ob

die Sonnenstrahlen hiebei von Einfluſs seyen, stellte ich folgenden Versuch an. Ich nahm drei Glasstücke, die mir fähig schienen, diesen Farbenwechsel zu zeigen; eins derselben war violett, die beiden andern purpurroth oder nelkenfarben, doch alle in so schwachem Grade, daſs die Farben nur beim Hindurchsehen nach der Länge sichtbar wurden. Jedes von ihnen brach ich einmal durch, legte die eine Hälfte desselben, in Papier gewickelt, an einen dunkeln Ort, und die andere an der Luft in Sonnenschein. Dieſs geschah im Januar, und in der Mitte des Septembers wurden sie wieder untersucht. Die vor dem Licht geschützten Stücke schienen keine Veränderung erlitten zu haben, die aber, welche im Sonnenschein gelegen hatten, waren dunkler geworden, und zwar die blässeren just am stärksten, in solchem Grade, daſs man schwerlich vermuthet haben würde, sie hätten mit dem im Dunkeln verwahrten einst zusammengehangen. Es scheint demnach, daſs die Sonnenstrahlen, setzt Hr. F. hinzu, selbst auf so harte und dauerhafte Verbindungen wie Glas eine chemische Wirkung ausüben können.

P.

XVIII. *Ueber den Uwarowit, eine neue Mineralspecies; von H. Heſs in St. Petersburg.*

In der letzten Sitzung der hiesigen mineralogischen Gesellschaft waren mir mehrere Mineralien zur Prüfung vorgelegt. Als ich gelegentlich Dioptas zur Vergleichung verlangte, wurde mir eine Stufe vorgelegt, die mit der Etikette versehen war: *Dioptas von Bissersk.* — Das Mineral saſs auf Chromeisenstein, und glich dem Dioptas

ganz auffallend. — Das ungewöhnliche Vorkommen desselben veranlaſste mich zur Prüfung desselben; es zeigte vor dem Löthrohr folgendes Verhalten:

Für sich kann es im Kolben erhitzt werden, ohne Wasser abzugeben und ohne zu decrepitiren, auch verändert sich dabei die Farbe nicht. Ein dünner Splitter, in der Platinzange gehalten und erhitzt, zeigte im strengen Feuer keine Spur von Schmelzung; das Mineral hatte dabei weder seine Durchsichtigkeit, noch seine Farbe eingebüſst.

Von Borax wird es sehr träge aufgelöst, und giebt ein klares, gesättigt chromgrünes Glas. Mit Zinn konnte keine Spur Kupfer entdeckt werden.

Von Phosphorsalz wird es nur als feines Pulver zerlegt; nach dem Erkalten ist das Glas schön grün, und etwas trübe von ausgeschiedener Kieselerde.

Von Soda wird es mit Brausen zerlegt, und giebt eine grüne Fritte, die aber auch keine Spur von Schmelzung erleidet.

Soviel man aus dem Verhalten vor dem Löthrohre schlieſsen kann, so verhält sich dieſs Mineral im Allgemeinen wie der Granat, besitzt aber eine gröſsere Härte und Strengflüssigkeit; möchte also eine besondere Species davon seyn.

Da dieſs Mineral hart, durchsichtig, von chromgrüner Farbe ist, dabei noch im Feuer beständig ist, so ist kein Zweifel, daſs es eine Stelle unter den Edelsteinen behaupten werde; es ist nur zu wünschen, daſs man gröſsere Krystalle finden möchte. — Der Form nach scheint es mir ein Rhombendodecaëder zu seyn; was ich aber Geübteren in solchen Untersuchungen zu bestimmen überlassen muſs.

Ich habe dieses Mineral, dem Präsident hiesiger Academie der Wissenschaften zu Ehren, Uwarowit genannt.

XIX. *Auszug eines Schreibens des Hrn. Prof. Neumann an Prof. Weifs.*

Königsberg, d. 22. März 1832.

— — »Wenn irgend zwei Krystallsysteme gegeben sind, die unter einander in dem Verhältnifs, wie z. B. Feldspath- und Albit-System, stehen, d. h. in welchen Identität der Zonen, aber Verschiedenheit der Winkel stattfindet, *so giebt es immer drei auf einander rechtwinkliche Dimensionen, auf welche die Flächen des einen Systems dieselbe Beziehung haben, als die Flächen des andern Systems, d. h. in Beziehung auf welche die Flächenausdrücke in beiden Systemen identisch sind;* nur das Verhältnifs der Dimensionen unter einander ist in den beiden Systemen verschieden.«

»Dieser Satz gilt ganz allgemein, und beruht auf keiner Voraussetzung irgend einer Art; ich füge hinzu: es giebt immer nur *ein* solches rechtwinkliges Axensystem. Die Gleichungen, welche auf diesen Satz führen, haben nun für den allgemeinsten Fall, wo die Systeme ein-und-ein-gliedrig sind, Schwierigkeiten gemacht, bis mir Prof. Bessel, dem ich sie mittheilte, zeigte, dafs sie sich auf eine cubische Gleichung reduciren. Jetzt bei der Anwendung auf das Feldspath-, Albit-, Anorthit-System ist zu untersuchen, ob diese drei rechtwinkligen Richtungen in diesen Systemen krystallonomische, — und ob sie in allen dreien dieselben sind; denn der Satz gilt nur für je zwei Systeme.«

»Eine unmittelbare Anwendung findet dieser Satz auf die Winkelveränderungen, welche die Krystalle durch die Temperatur erfahren — ja er enthält das Gesetz dieser Veränderungen für alle zwei-und-ein-gliedrigen und

ein-und-ein-gliedrigen Gestalten *); ein ein-und-ein-gliedriger Krystall bei 0° Temperatur hat, wenn er z. B. bei 100° Temperatur Winkelveränderungen erlitten hat, diese nur so erlitten, dafs drei auf einander rechtwinklig stehende Dimensionen ein anderes Verhältnifs unter einander bekommen haben; in allen Krystallen giebt es drei auf einander rechtwinklig stehende *thermische Axen*, die sich verschieden ausdehnen, wodurch allein alle Winkelveränderungen hervorgebracht werden. Es wäre möglich, obgleich nicht wahrscheinlich, dafs dieses *thermische Axensystem* mit der Temperatur eine Bewegung hätte; denn der Satz bezieht sich nur auf je zweierlei Temperaturen.« »Wenn man sich eine Kugel gedreht denkt von einer krystallinischen Masse, so ist diefs nur eine Kugel bei der Temperatur, bei welcher sie gedreht ist; bei jeder andern Temperatur verwandelt sie sich in ein dreiaxiges Ellipsoïd, dessen Axen die drei thermischen Axen sind. — Alles dieses ist an sich einleuchtend bei den nicht hemiëdrischen Gestalten; es ist aber gewifs merkwürdig, dafs es auch bei den zwei-und-ein-, und ein-und-ein-gliedrigen Systemen so ist. Ich habe die Principien, die Poisson in seinem *Mémoire sur l'équilibre et le mouvement des corps élastiques* auf unkrystallisirte Substanzen angewendet hat, ausgedehnt auf krystallisirte Substanzen. Bei Poisson ist die Wirkung, die je zwei Theilchen im Innern eines Körpers auf einander ausüben, nur eine Function der Entfernung; in krystallisirten Massen ist diese Wirkung zugleich eine Function der Winkel, welche die Richtung der Entfernung mit drei auf einander rechtwinkligen Axen bildet; diese Function der Winkel ist von der Art, dafs sie unverändert bleibt,

*) Die Synonymik für zwei-und-zwei-gliedrige Systeme und Gestalten = binäre, zwei-und-ein-gliedrige = unobinäre, ein-und-ein-gliedrige = unitäre, so wie viergliedrige = quaternäre, sechsgliedrige = senäre u. s. f., möchte in Erinnerung zu bringen seyn.
W.

wenn einige oder alle Winkel negativ werden, oder was dasselbe ist, ändert ihren Werth nicht, wenn die Sinusse und Cosinusse dieser Winkel negativ werden. —— Die Endgleichungen sind natürlich sehr schwieriger Art. Die einfachsten Resultate, die sich leicht aus ihnen ziehen lassen, beziehen sich auf die Winkelveränderungen, welche Krystalle *durch Druck* erleiden. Ein zwei-und-zwei-gliedriges Octaëder im luftleeren Raume hat andere Winkel, als unter dem Druck einer oder mehrerer Atmosphären. Wenn man eine Kugel aus einer krystallisirten Masse gedreht einem starken, von allen Seiten gleichen Druck aussetzt, z. B. in die Oersted'sche Wasser-Compressionsmaschine bringt, so verwandelt sie sich in ein dreiaxiges Ellipsoïd; nur Substanzen vom regulären System bleiben Kugeln, und die viergliedrigen und sechsgliedrigen werden Rotations-Ellipsoïde. — Wenn eine zwei-und-zwei-gliedrige Säule gleichmäfsig in der Richtung der Axe comprimirt wird, so verändert sich der Winkel dieser Säule, welches bei einer Säule von unkrystallinischer Masse natürlich nicht der Fall ist. Diese Winkelveränderungen werden sich beobachten lassen, und so die Gröfse der Elasticität der Krystalle in den verschiedenen Richtungen kennen lehren, und auf den Zusammenhang dieser Kräfte mit der doppelten Strahlenbrechung führen. Die Gleichungen, welche ich gefunden habe für die verschiedenen Abtheilungen der Krystallsysteme, sind zugleich diejenigen, von welchen die Gesetze der doppelten Strahlenbrechung abhängen. — Jeder Druck auf krystallinische Massen, in welcher Richtung er auch wirke, wenn er nur keine Krümmungen hervorbringt, verschiebt die Theilchen immer in drei auf einander rechtwinkligen Richtungen; die Lage dieser rechtwinkligen Richtungen hängt ab von der Richtung des Druckes.«

XIX. *Preisfragen der Fürstl. Jablonowskyschen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, für die Jahre* 1832, 1833 *und* 1834, *aus der Mathematik und Physik.*

Für das Jahr 1832. Das Jahr 1829 und der erste Theil des Jahres 1830 haben sich durch so viele merkwürdige Veränderungen der Witterung ausgezeichnet, dafs nicht leicht ein Zeitraum gefunden werden möchte, welcher, bei gleich geringem Umfang, so passend zur Beantwortung mancher meteorologischen Fragen wäre. Die Gesellschaft fordert daher, dafs eine meteorologische Geschichte des Jahres 1829 und der Monate Januar und Februar des Jahres 1830 ausgearbeitet werde, aus welcher so viel als möglich hervorgehe, wie die an einem Orte beobachteten Aenderungen der Witterung von den Veränderungen in anderen Gegenden abhängen; wo die so heftig wüthende Kälte entstanden, wo sie zuerst beobachtet, in welchen Gränzen sie so bedeutend gewesen sey; welche Ursache das schnell eintretende Thauwetter bewirkt habe; wie der fast überall kalte Sommer sich verhalten habe u. s. w.

Für das Jahr 1833. Da die von Poisson, Fresnel, Cauchy und anderen Physikern angestellten Untersuchungen über die Fortpflanzung des Lichts noch nicht so erläutert und in geordnete Uebersicht gebracht zu seyn scheinen, dafs daraus deutlich hervorgehe, wie entscheidend diese für die Undulationstheorie sprechende Untersuchungen sie bestätigen, so verlangt die Gesellschaft theils eine genaue und vollständige Darstellung und Erläuterung dieser Untersuchungen, theils eine Beurtheilung, was

an denselben für erwiesen gehalten, und was noch zweifelhaft sey.

Für das Jahr 1834. Es sind in der neueren Zeit so viele Lehrsätze, welche die in den Gleichungen:

$$\text{I.}\quad mx^2 + ny^2 - z^2 = f^2,$$

$$\text{II.}\quad x^2 - ny^2 + az = 0,$$

enthaltenen Flächen der zweiten Ordnung betreffen, entdeckt worden, dafs daraus eine Menge merkwürdiger Eigenschaften dieser Flächen hervorgehet. Die Gesellschaft wünscht, dafs diese Lehrsätze so viel möglich alle gesammelt und nach ihrer Abhängigkeit von einander geordnet werden, zugleich aber, wo zur systematischen Verbindung noch etwas zu fehlen scheint, diese Lücken durch neue aufzufindende Lehrsätze ausgefüllt werden.

Die Preisschriften können entweder in lateinischer, oder französischer, oder auch deutscher Sprache abgefafst seyn, müssen aber, deutlich geschrieben, vor Ende des Novembers 1832, und beziehungsweise 1833 und 1834 an den derzeitigen Secretär der Gesellschaft, den ordentl. Professor der Physiologie und Pathologie, Dr. Carl Gottl. Kühn, mit einem Motto versehen, und einem versiegelten Zettel, der auswendig dasselbe Motto, inwendig den Namen und Wohnort des Verfassers angiebt, begleitet, postfrei eingesendet werden. Der bestimmte Preis ist eine Goldmünze, 24 Ducaten an Werth.

XXI. *Programme du prix de mathématiques proposé par l'Academie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, dans sa séance publique du 29 Décembre 1831.*

L'élévation et l'abaissement successifs des eaux de l'océan a occupé les savants dans tous les âges de la philosophie; cependant l'explication des phénomènes des marées est due aux modernes. Kepler le premier avait soupçonné que leur cause devait résider dans le pouvoir attractif de la lune. Newton, rattachant le mouvement de l'océan à sa grande loi de la pesanteur universelle, en a commencé une théorie mathématique. Les successeurs de ce grand géomètre, jusqu'à Laplace, n'ont que peu ajouté à sa théorie. Mais elle a reçu de ce dernier un grand perfectionnement.

Cependant, depuis que Laplace a publié ses recherches sur les marées, l'analyse et surtout la physique mathématique ont fait des progrès qui demandent une théorie plus conforme aux idées actuelles sur la constitution des liquides, et qui permettra peut-être de mieux accorder le calcul et l'observation, particulièrement en ce qui regarde le retard de la plus haute marée sur l'instant de la syzygie.

L'Académie propose aux savants de tous les pays la question suivante:

Déterminer le mouvement de l'océan, en considérant toutes les forces dont l'influence peut-être sensible, et comparer à l'observation les hauteurs des marées et les instants de leurs arrivées deduits de la théorie.

La chaleur du soleil et l'inégale température du fond de l'océan ont, sans doute, une influence sensible sur les marées; il serait très important d'y avoir égard, mais alors

la grande difficulté du problème pourrait forcer les auteurs de renoncer à l'éspérance de la vaincre. C'est pourquoi l'Académie n'exige pas que l'on considére l'influence de la chaleur sur le mouvement de l'océan, mais elle exige que les équations différentielles de ce mouvement soient formées en supposant les liquides composés de molécules disjointes; le démonstration de ces équations est une partie essentielle de la question. Quant à leur intégration, l'Académie verrait avec plaisir que les auteurs tiennent compte des termes divisés par la quatrième puissance de la distance de la lune; cependant la considération de ces termes n'est pas absolument exigée. L'Académie verrait avec plus de plaisir encore des méthodes d'intégration supérieures à celles qui sont connues, méthodes par lesquelles on éviterait le développement ordinaire en série de fonctions qui dependent des forces attractives.

Le terme du concours est fixé au 1r août 1833 et le prix est de *deux cents ducats* avec la médaille du jubilé en or de la valeur de 50 ducats.

Les mémoires pourront être écrits en russe, en françois, en allemand ou en latin. Chaque auteur aura soin d'accompagner son travail d'un billet cacheté contenant son nom, son état et le lieu qu'il habite, et sur lequel il inscrira la même devise qu'il aura mise en tête de son mémoire.

Les paquets seront adressés au Secrétaire perpétuel de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, qui, si on le réclame, délivrera à la personne que l'auteur anonyme lui indiquera, un reçu contenant le numéro et la devise dont la pièce sera pourvue.

La décision de l'Académie sera proclamée dans sa séance publique à la fin de l'année 1833. Le mémoire couronné est la propriété de l'Académie; les autres pièces de concours pourront être retirées de chez le Secrétaire perpétuel par les personnes qui en seront chargées de la part des auteurs.

ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN
VON
J. C. POGGENDORFF.

BAND XXIV. STÜCK 3.
DER GANZEN FOLGE HUNDERTSTEN BANDES DRITTES STÜCK

1832. No. 3.

NEBST ZWEI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

Von diesen der Physik und Chemie gewidmeten Annalen, welche mit den von Gren und Gilbert herausgegebenen Zeitschriften eine seit 1790 bestehende ununterbrochene Reihenfolge bilden, erscheinen im Laufe des Jahres zwölf Hefte von der Einrichtung des gegenwärtigen, durchschnittlich zehn Druckbogen stark.

Der Preis für den ganzen Jahrgang von zwölf Heften oder drei Bänden ist auf 9 Rthlr. 8 gGr. festgesetzt.

Beiträge für die Annalen bittet man entweder an die Verlagshandlung (Joh. Ambros. Barth) in Leipzig oder an den Herausgeber in Berlin zu addressiren.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1832, DRITTES STÜCK.

I. *Ueber Vocaltöne und Zungenpfeifen;*
von Robert Willis.

(*Transact. of the Cambridge Philosoph. Society, Vol. III p.* 231.)

Die Schriftsteller, welche von den Vocaltönen handelten, haben die Entstehung derselben immer nur in Bezug auf die Sprachwerkzeuge betrachtet. Indem sie, wie es scheint, die Gestalt derselben für wesentlich zur Hervorbringung dieser Töne hielten, begnügten sie sich, die relative Lage der Zunge, des Gaumens und der Zähne für jeden Vocallaut bis aufs Kleinste zu beschreiben, oder den entsprechenden Abstand der Lippen von einander, von der Zunge und dem Zäpfchen genau zu messen; und sie betrachteten demnach die Erzeugung der Vocallaute mehr unter physiologischem als akustischem Gesichtspunkt.

Indeſs sind doch zu verschiedenen Zeiten Versuche gemacht, durch mechanische Mittel die Töne der menschlichen Stimme nachzuahmen. Baco, Albertus Magnus und Andere sollen Maschinen der Art erbaut haben; allein wahrscheinlich beruhten sie bloſs auf Betrug, wie ähnliche Vorrichtungen, die man in den Werken Kircher's und anderer Schriftsteller seines Schlages beschrieben

findet *). Nach Rivarol **) hat der Abt Mical zwei kolossale Köpfe, die ganze Sätze aussprechen konnten, verfertigt, dieselben aber aus Mifsmuth, dafs er von der Regierung nicht die erwartete Belohnung empfing, wieder zerstört. Er starb 1786, ohne irgend etwas über die Construction dieser Vorrichtung hinterlassen zu haben.

Die einzigen Versuche, welche auf Wissenschaftlichkeit Anspruch machen, sind die von Kratzenstein und Kempelen. Beide waren im J. 1770 beschäftigt, die menschliche Stimme auf mechanischem Wege nachzuahmen, und Beide machten auch die von ihnen angewandten Mittel, so wie die damit erlangten Ergebnisse, ohne Rückhalt öffentlich bekannt, der erste in einer der Petersburger Academie im Jahr 1780 überreichten Abhandlung ***), der letztere in einer besonderen Schrift †).

Kratzenstein's Versuche beschränkten sich auf die Hervorbringung der Vocale *a*, *e*, *i*, *o*, *u*, mittelst einer Zungenpfeife von neuer und sinnreicher Construction, die an andere Röhren angesetzt war. Letztere hatten zum Theil eine sehr wunderliche und verwickelte Gestalt, wofür indefs kein anderer Grund angegeben wird, als

*) Kircher, *Musurgia, p.* 303; B. Wilkins, Daedalus, p. 104; Schottus, *Mechan. hydro-pneum. p.* 240, und *Magia univers. II p.* 155; B. Porta, *Magia natural. p.* 287. — Das unsichtbare Mädchen war eine Vorrichtung der Art; Nicholson's Journ. 1802, S. 56, und 1807, S. 69 (Gilb. Ann. Bd. XXVIII S. 244, 247, 494; Bd. XXIX S. 470. *P.*).

**) Rivarol, *Discours sur l'universalité de la langue française.* Borgnis, *Traité des machines imitatives, p.* 160.

***) Diese Abhandlung findet sich auszugsweise in den *Act. Acad. Petrop. f.* 1780, und ausführlich im *Journ. de physiq. T. XXI p.* 358. Siehe Th. Young, *Natur. Philosoph. I. p.* 783.

†) *Le Mécanisme de la parole suivi de la description d'une machine parlante, par* M. de Kempelen; *Vienne* 1791. — Auch Darwin gehört zu den Nachahmern des Sprechens auf mechanischem Wege. S. dessen *Temple of Nature,* 1803, Note XI.

dafs sie dann erfahrungsmäfsig am Besten zur Erzeugung dieser Töne geeignet seyen.

Kempelen's Werk ist reich an originellen und glücklichen Gedanken, eben so merkwürdig durch den Scharfsinn, den der Verfasser darin entwickelt, wie durch die in der That lebendige und unterhaltende Art der Behandlung des Gegenstandes.

Beiden Schriftstellern ist es indefs nicht gelungen, allgemeine Principien aufzufinden.

Kempelen, wie alle Uebrigen, die sich mit diesem Gegenstand beschäftigten, irrte darin, dafs er, wie es scheint, stillschweigend annahm, die Entstehung dieser Töne könne alleinig in der Gestalt und Wirkungsweise der Sprachwerkzeuge ihre Erklärung finden *), wogegen ich aber, wie paradox es auch erscheinen mag, behaupten mufs, dafs man hiedurch niemals zu einer richtigen Kenntnifs des Gegenstandes gelangt. Der Mund mit seinen Organen, wie auch Kempelen zugiebt **), ist hauptsächlich zur Befriedigung des grofsen Bedürfnisses aller Geschöpfe, zu deren Ernährung, eingerichtet, und die Hervorbringung von Tönen ist nur ein secundärer Zweck desselben. Ueberdiefs sind die Vocallaute eine Tongattung, die nachzuahmen nicht ganz aufser dem Bereich der Kunst liegt, auch nicht ausschliefslich den Organen des Menschen angehört. Musicalische Töne werden durch den Kehlkopf in der höchst möglichen Reinheit und Vollkommenheit hervorgebracht, und unsere besten Instrumente ahmen dieselben nur sehr unvollständig nach; allein,

*) Kempelen's Definition vom Vocallaut ist zum Beispiel gänzlich von den Sprachwerkzeugen entlehnt: „*Une voyelle est donc un son de la voix qui est conduit par la langue aux lèvres, qui le laissent sortir par leur ouverture. La différence d'une voyelle à l'autre n'est produite que par la passage plus ou moins large que la langue ou les lèvres, ou bien ces deux parties ensemble accordent à la voix.*" §. 106.

**) Kempelen, §. 98.

wem würde es wohl einfallen, in dem Kehlkopf eine Erklärung der Gesetze für die musicalischen Töne suchen zu wollen. Diese Betrachtungen veranlafsten mich, bei Aufnahme dieser Untersuchung einen ganz anderen Weg einzuschlagen, nämlich die Sprachwerkzeuge gänzlich zu vernachlässigen, und durch Versuche mit den gewöhnlichen akustischen Instrumenten wo möglich zu bestimmen, welche Gestalten von Hohlkörpern, und welche andere Bedingungen zur Hervorbringung dieser Töne wesentlich seyen. Durch Vergleichung der erhaltenen Resultate mit den verschiedenen Lagen der Organe hoffte ich dann zu ermitteln, nicht nur, warum sie gerade diese oder jene Lagen annehmen, sondern auch, welche Theile und Bewegungen wesentlich für das Sprechen, und welche für andere Verrichtungen bestimmt sind.

Bei Wiederholung von Versuchen dieser Art mufs man nicht vergessen, dafs die Verschiedenheit der Vocallaute gänzlich auf dem Contrast beruht *), und dafs sie daher am besten zu unterscheiden sind, wenn man rasch von einem zum andern übergeht, nicht wenn man einen derselben längere Zeit hindurch anhält. Eine einfache Probe wird Jedermann überzeugen, dafs es selbst

*) Schon Kempelen hat diefs mit seinem gewöhnlichen Scharfsinn bemerkt. Bei Beschreibung eines seiner Versuche und des dazu angewandten, einigermafsen der Fig. 4 Taf. IV ähnlichen Maschine, mittelst deren er einige Vocallaute hervorbrachte, indem er ihre Mündung mit der linken Hand bedeckte, sagt er: „*J'obtins d'abord diverses voyelles, suivant que j'ouvrois plus ou moins la main gauche. Mais cela n'arrivait que lorsque je faisois rapidement de suite divers mouvemens avec la main et les doigts. Lorsq'au contraire je conservais pendant quelque tems la même position quelconque de la main, il me paraissait, que je n'entendais qu'un A. Je tirai bientôt de ceci la consequence, que les son de la parole ne deviennent bien distincts que par la proportion qui existe entr'eux et qu'ils n'obtiennent leur parfaite clarté que dans la liaison des mots entiers et des phrases.*" p. 400.

beim Singen, wenn man einen Vocallaut lange anhält, bald unmöglich wird zu unterscheiden, welcher es sey.

Vocallaute sind eine von der Tonhöhe und dem Klang (*quality*) ganz verschiedene Modification des Schalls, die man sorgfältig von den beiden letzteren unterscheiden mufs. Unter Klang (*Quality*) verstehe ich die Eigenthümlichkeit des Schalls, durch welche wir den Ton einer Violine sogleich von dem einer Trompete unterscheiden. So sagen wir, eine Person habe eine klare, eine näselnde, oder eine rauhe Stimme, und doch sind deren Vocallaute ganz verschieden von einander. Selbst ein Papagey bringt, wenn er spricht, *A's*, *O's* und *E's* hervor, welche in ihrem Klange ganz von den Vocallauten des Menschen abweichen, dennoch aber deutlich *A's*, *O's* und *E's* sind. Umgekehrt können, was die Höhe betrifft, alle Vocallaute durch die ganze Tonleiter hindurch gesungen werden; doch davon später mehr.

Euler *) hat diese Modificationen der Töne wohl unterschieden. Nach ihm hängt die *Höhe* von der Zahl der Schwingungen in gegebener Zeit ab, und die *Stärke* von der Gröfse des Schwingungsbogens. Der *Klang* und der *Vocallaut* müssen dagegen, wie er meint, durch die Form der Curven, die das Gesetz der Dichtigkeit und der Schnelligkeit in dem Impulse ausdrücken, bedingt werden; doch stellt er diese Ansicht nur als eine, der Erfahrung noch entbehrende Vermuthung hin. In Betreff der Eigenthümlichkeit des Tons, vermöge welcher wir sogleich wissen, ob wir eine Geige oder Trompete hören, bemerkt er, dafs, da die Vibrationen auf jedem Instrumente in anderer Weise erregt werden, die Pulsationen derselben auch besondere Condensations- und Bewegungsgesetze befolgen müfsten, und dadurch, meint er, würden die Töne charakterisirt **).

*) *De motu aëris in tubis. Schol. II* und *III. Prop.* 73. *Nov. Comm. Petrop. XVI* und *Mém. Acad. Berlin* 1767, *p.* 354. Man sehe auch Bacon, *Hist. Nat.* §. 290.

**) *Schol. II. Prob.* 80.

Der allgemeinen Annahme nach sind die Sprachwerkzeuge in ihrer Construction in sofern den Zungenpfeifen ähnlich, als der Ton durch einen schwingenden Apparat im Kehlkopf hervorgebracht wird, und dieser Ton, dessen Höhe von der Zahl der Schwingungen dieses Apparats in gegebener Zeit abhängt, wird dann in seinem Klange abgeändert durch die Mund- und Nasenhöhle, die der Röhre entsprechen, welche die Orgelbauer zu ähnlichen Zwecken an das Mundstück der Zungenpfeife setzen. Demgemäfs entspringt die Gesammtheit der Erscheinungen, welche ich zu beschreiben Willens bin, aus der Verbindung eines Zungenstücks mit Röhren und andern Hohlkörpern von verschiedener Gestalt und Gröfse.

Für das Gelingen dieser Versuche ist es wichtig, dafs der Ton der Zungenpfeife so weich und rein wie möglich sey. Der rauhe Ton einer gewöhnlichen Rohrpfeife ist zu diesem Zweck ganz untauglich, und daher sehen wir sowohl Kempelen als Kratzenstein bemüht, diefs Instrument zu verbessern. Kempelen machte die Zunge von Elfenbein, und überzog die Unterseite derselben, so wie den Theil der Röhre, auf welchen sie schlagen mufste, mit Leder. Besser erreichte Kratzenstein seinen Zweck. Statt die Zunge auf den Rand der Röhre schlagen zu lassen, liefs er sie nämlich die Oeffnung nur genau verschliefsen, so dafs sie eben Raum genug zur freien Vollbringung ihrer Schwingungen behielt *). Diefs war eine sehr wichtige Verbesserung; denn bei sorgfältiger Ausführung dieser Construction erlangte der Ton der Zun-

*) Beider Verbesserungen gedenkt Biot (*Physique, T. II*); allein er schreibt die erstere Du Hamel (p. 170), und die letztere Greniè (p. 171) zu, scheint also nicht mit den Abhandlungen Kratzenstein's und Kempelen's bekannt gewesen zu seyn. Es leidet indefs keinen Zweifel, dafs Kratzenstein als der wahre Erfinder der Zungenpfeife mit *frei durchschlagender Zunge* betrachtet werden mufs. Sein Aufsatz wurde 1780 bekannt gemacht. Siehe Young's *Nat. Philosoph. Vol. 1 p.* 783.

genpfeife einen ganz neuen Charakter, und ward der menschlichen Stimme ähnlicher, als der irgend eines bis dahin bekannten Instruments; auch bekam er die nützliche Eigenschaft, dafs er, innerhalb gewisser Gränzen, durch stärkeres Anblasen sich verstärken liefs, ohne seine Höhe zu ändern.

Alle von mir angewandten Zungenstücke sind von dieser Einrichtung, und besitzen die eine oder die andere der beiden Gestalten, die man in Fig. 1 und Fig. 2 Taf. IV abgebildet sieht. Sie sitzen an einem Klotz *fgh*, versehen mit einem kreisrunden Zapfen *fg*, mittelst dessen sie an die verschiedenen auf der Tafel IV abgebildeten Apparate angesetzt werden können. In allen Figuren ist ihre Stelle durch den Buchstaben *R* bezeichnet.

In Fig. 1 stellt *ab* eine Zunge von dünnem Messingblech vor; sie ist mit ihrem oberen Ende *a* unverrückbar befestigt, kann indefs frei schwingen hinein und heraus zu der rechtwinkligen Oeffnung an der Seite des Messingrohrs *ced*, welche sie ruhend sehr nahe verschliefst. Diefs ist Kratzenstein's ursprüngliche Construction.

In Fig. 2 ist *ab* die Zunge, und *a* ihr befestigtes Ende; sie schlägt frei durch eine Oeffnung in der auf die obere Fläche des Klotzes geschraubten Messingplatte, und verschliefst bei Ruhe dieselbe sehr nahe *). Diese Construction ist der *Mundharmonica* oder *Aeolina* ähnlich, welche neuerlich vom Continent nach England gebracht, wie es scheint aber zuerst von Robinson angegeben worden ist **).

Da mein Zweck zunächst dahin ging, Kempelen's

*) Einen Durchschnitt von Fig. 2 sieht man in *R* Fig. 10. In allen anderen Figuren ist *R* ein Durchschnitt von Fig. 1.

**) *Art. Musical Trumpet. Encycl. Brittannica*, Supplem. zur dritten Ausgabe, 1801. Dessen *Works*, *IV p.* 538. Wheatstone in *Harmonicon*, Febr. und März 1829.

Angaben von den Vocalen zu prüfen, so steckte ich eins meiner Zungenstücke in den Boden eines oben offenen Trichters, von dem man in *Z*, Fig. 4 Taf. IV, einen Durchschnitt sieht, und die Röhre *TV* brachte ich auf die gewöhnliche Weise mit einer Windlade in Verbindung. Wirklich erhielt ich auch dann, indem ich die Hand in die von ihm vorgeschriebene Lage brachte, die Vocallaute sehr deutlich *). Bald fand ich indefs, dafs eine Verengung der Oeffnung diese Lagen unnöthig ma-

*) Ein Blick auf die Fig. 12 Taf. IV, welche eine Pfeife auf der Windlade stehend vorstellt, wird Personen, die mit der Einrichtung einer Orgel unbekannt sind, die Sache klar machen, und mir zugleich Gelegenheit geben, einige technische Ausdrücke zu erläutern, von denen ich späterhin Gebrauch machen mufs.

Ein grofser Blasebalg, der durch den Fufs in Bewegung gesetzt wird, und so eingerichtet ist, dafs er einen Luftstrom von unveränderlicher Stärke hervorbringt, ist verbunden mit einem horizontalen Kasten, der *Windlade*, von der man in *klno* einen Querschnitt sieht, und die daher beständig mit verdichteter Luft erfüllt ist. Die obere Seite dieses Kastens besteht aus einem sehr dicken Brett *pqkl*, welches eine Anzahl ähnlicher Oeffnungen wie *efg* besitzt, von denen jede mit einer Klappe *kl* versehen ist, die sich bei *k* in einem Scharniere dreht, und durch die Feder *m* zugehalten wird. Ein Stift, welcher sich in einem Knopf endigt, geht durch ein Loch im oberen Brett, und ruht auf der Klappe, so dafs diese beim Niederdrücken des Knopfs sich öffnet und augenblicklich durch die Oeffnung *efg* ein Luftstrom in die darüberstehende Pfeife *AT* dringen läfst. In dieser Figur ist *R* die schwingende Zunge, welche durch den Luftstrom in Bewegung gesetzt wird. Der Ausdruck *Windröhre* wird immer für den Theil der Röhre *TR* gebraucht, welcher zwischen der Zunge und der Windlade liegt, und der Ausdruck Pfeife für das Stück *BA*, welches zwischen der Zunge und der offenen Luft befindlich ist. In allen Figuren mufs man sich das untere Ende der Röhre *TV* als auf eins der Löcher in der Windlade gesteckt denken. Die Spannung der inneren Luft wird immer durch den Druck einer Wassersäule in einer U-förmigen Röhre gemessen, und beträgt bei Orgeln gewöhnlich etwa 3 Zoll.

Ich halte die Erwähnung nicht für unnöthig, dafs sämmtliche Versuche, die in diesem Aufsatz beschrieben sind, bei Vorlesung desselben der physikalischen Gesellschaft gezeigt wurden.

che; denn als ich ein flaches Brett von LM auf die Mündung des Trichters legte, und durch Verschiebung desselben die Oeffnung KL langsam vergröfserte, erhielt ich die Vocallaute U, O, A eben so gut, und wenn ich den Trichter so flach wie in Fig. 3 Taf. IV machte *), gelang es mir auf diese Weise, sämmtliche Vocallaute in folgender Ordnung zu erhalten: U, O, A, E, I **). Cylindrische, cubische oder anders geformte Hohlkörper entsprechen, mit gewissen Einschränkungen, diesem Zweck eben so gut, doch will ich mich bei diesen nicht länger aufhalten, da die weiterhin beschriebenen Vorrichtungen lehrreicher sind. Ich erwähne derselben nur, um zu zeigen, wie Kempelen's ursprünglicher Versuch den Ausgangspunkt für meine Untersuchung abgegeben hat.

Der Erfolg dieser vorläufigen Versuche veranlafste mich, die Wirkung cylindrischer Röhren von verschiedener Länge zu untersuchen, und um diefs vollständiger thun zu können, setzte ich den in Fig. 5 und 6 Taf. IV abgebildeten Apparat zusammen. TV ist eine rechtwinklig gebogene Windröhre. Mit dem Ende T steckt sie in einer Windlade, und am andern endigt sie in einem Stempel PQ, versehen mit einer Dille zur Aufnahme des Zungenstücks R, welches an dieser Stelle abgebildet ist. Auf den mit Leder überzogenen Stempel wird die leere Röhre eines Fernrohrs geschoben, die denselben zwar luftdicht umschliefst, sich aber doch vor- und rückwärts schieben läfst, damit das Stück PB nach Belieben verlängert oder verkürzt werden könne. Die horizontale Lage ist dem Rohre der leichteren Handhabung wegen gegeben. Endlich gehören zum Apparat noch an-

*) Kempelen's Trichter hält an der Mündung zwei Zoll im Durchmesser, und ist von der Mündung bis zum Zungenstück drei Zoll tief. Fig. 3 ist nur ½ Zoll tief.

**) Ich gebrauche diese Buchstaben durchgehends mit der auf dem Continente üblichen Aussprache (also ist auch wahrscheinlich die des U wie im Deutschen gemeint). *P.*

dere Röhren, wie *EFGH*, Fig. 6 Taf. IV, von gleichem Durchmesser und gleicher Länge mit *ABCD*, die bei *EG* mit einer genau auf *BD* passenden Dille versehen sind *).

Wenn man nun das Zungenstück in *PQ* anbringt, und die Röhre *AB* allmälig auszieht, kann man die Wirkung dieser Röhre von der Länge Null bis zur Länge *AB* untersuchen. Schiebt man dann dieselbe wieder zurück, und setzt an sie die zweite Röhre *EF*, so ist man im Stande, durch abermaliges Ausziehen die Wirkung eines Ansatzes von der Länge *AB* bis zur doppelten Länge von *AB* zu beobachten; und auf dieselbe Weise läfst sich die Untersuchung durch fernere Ansetzung neuer Röhrenstücke bis zu jeder beliebigen Länge fortsetzen.

Die Resultate der mit diesem Apparat angestellten Versuche wird man aus Fig. 1 Taf. V ersehen.

Die Linie *abcd* in dieser Figur stellt von *a* an die Länge *PB* der Pfeife vor, und die Stücke *ab*, *bc*, *cd* u. s. w. sind respective gleich genommen der Länge einer gedeckten Pfeife, die mit dem angewandten Zungenstück im Einklang tönt, d. h. gleich der halben Länge der Schallwelle, welche die Zunge für sich hervorbringt.

Die Linie in dieser und den ähnlichen Figuren, die noch folgen, müssen als Mafsstäbe betrachtet werden, die seitwärts an die Röhre *ABCD* gelegt sind, so dafs *a* dem Stempel *P* gegenüberliegt. Die Buchstaben und sonstigen Zeichen neben diesen Linien bezeichnen die Wirkung, welche hervorgebracht wird, wenn das Ende *B* der Pfeife die so bezeichneten Punkte erreicht, und der Abstand dieser Punkte von *a* ist demnach respective die Länge der Pfeife, welche die besagte Wirkung hervorbringt.

Wenn nun die Röhre langsam ausgezogen wird, so

*) Der innere Durchmesser von *ABCD* ist 1,3 Zoll. Die Länge 18 Zoll, und die gesammte Länge, wenn alle Röhrenstücke an einander gesetzt sind, zwölf Fufs.

nimmt der Ton, mit Beibehaltung seiner Höhe, die Vocallaute in der Ordnung: *I*, *E*, *A*, *O*, *U* an. Nähert man sich dem Punkte *c*, so kommt dieselbe Reihe wieder zum Vorschein, aber in umgekehrter Ordnung, wie man aus der Figur ersieht. Jenseits *c* erhält man die Vocallaute wieder in der anfänglichen Ordnung, und so fort. Jedes Cyclus ist eine Wiederholung von $b\,d$; allein mit jedem folgenden nimmt die Stärke der Vocallaute ab. Der Abstand eines jeden Vocals von den respectiven Punkten a, c u. s. w. bleibt bei allen gleich.

Nimmt man ein anderes Zungenstück, dessen Welle $=a_1$, c_1 (Fig. 2 Taf. V), so liegen die Mittelpunkte a_1, c_1, e_1 u. s. w. der Cyclen um eine Schallwelle dieser Zunge aus einander; allein der Abstand zwischen den Vocalen ist genau so grofs, wie bei der ersten Zunge, so dafs im Allgemeinen, wenn die Wellenlänge $ac=2a$, und die Länge der Röhre, welche einen gewissen Vocallaut hervorbringt, gemessen von a, gleich v ist, der nämliche Vocal immer durch eine Röhre von der Länge $2na\pm v$ hervorgebracht wird, wo n irgend eine ganze Zahl ist.

Wenn der Ton der Zunge etwas hoch ist, so werden einige der Vocallaute unmöglich. Es sey z. B. die Länge der von der Zunge erregten Schallwelle $=ac$ (Fig. 3 Taf. V), und $\frac{1}{2}ac$ kleiner als die das *U* hervorbringende Länge.

In diesem Falle findet man, dafs die Reihe der Vocallaute niemals über das *O* hinausgeht, und dafs jenseits des Punktes *b* statt des *U* wieder ein *O*, und nach ihm die Vocale *A*, *E*, *I* zum Vorschein kommen. Nimmt man eine Zunge mit noch höherem Ton, so werden in gleicher Weise noch mehr Vocallaute abgeschnitten. Hier hat man demnach genau den Fall, der bei der menschlichen Stimme eintritt. Sängerinnen sind unfähig mit ihren hohen Tönen ein *U* oder *O* hervorzubringen. So z. B. ist für eine Pfeife, die *O* angeben soll, die richtige Länge

die, welche dem Ton c'' entspricht *), und singt man einen höheren Ton, wird man es unmöglich finden, ein *O* damit hervorzubringen.

Das kurze und lange *U* sind indefs in ihrer Länge ganz unbestimmt. Das kurze *U* (wie im englischen Worte *but*) scheint der natürliche Vocallaut der Zungenpfeife zu seyn, und da dieser zwischen *O* und *b* (Fig. 1 Taf. V) aufser in der Stärke nur wenig durch die Ansatzröhre abgeändert wird, so findet man denselben eine ganze Strecke lang vorherrschend, und, wenn man sich *b* nähert, geht es allmälig in das lange *U* (wie im Englischen *boot*) über, das um so vollkommener wird, je länger man den Abstand *ab* machen kann. Gebraucht man Zungen von hohen Tönen (wie Fig. 3 Taf. V), so werden die Vocallaute in der Nähe von *b* immer undeutlich; und bei Bafs- und Tenor-Zungen erscheint eine ähnliche Reihe von Vocallauten, wie vorhin an beiden Seiten der Punkte *b*, *d* u. s. w. (Fig. 1 Taf. V), die aber darin von ersteren abweichen, dafs sie erstlich weit undeutlicher sind, und zweitens, dafs jeder Vocal hier doppelt so weit von diesen Punkten absteht, wie in der ersten Reihe von *a*, *c* u. s. w. In der Figur 4 Taf. V. ist die neue Reihe von Vocalen mit einem Accent bezeichnet.

Cylinder von gleicher Länge geben gleichen Vocallaut, welchen Durchmesser und welche Gestalt sie auch

*) Zur Bezeichnung der Stelle, welche die Töne in der Tonleiter einnehmen, werde ich mich der deutschen Tablatur bedienen, also die Octave vom Tenor *c* bis zum *b* auf der dritten Notenlinie durch einmal gestrichelte, die nächst höhere durch zweimal gestrichelte Buchstaben bezeichnen, und so fort. Als Normalton bediene ich mich des einer Labialpfeife, die durch einen kleinen Blasebalg, der einen constanten innern Luftdruck von 2,5 Zoll Wasser hervorbringt, angeblasen wird. Ihre inneren Durchmesser sind 0,85 und 0,90 Zoll, ihre Länge 1 Fufs, und ihr Windloch 0,16 Zoll grofs. Eine Scale zur Seite zeigt die wirkliche Länge der Pfeife, d. h. vom Boden derselben bis zur Grundfläche des Stempels, in engl. Zollen und deren Decimaltheilen.

besitzen. Diefs läfst sich am besten zeigen, wenn man ein Zungenstück *R* (Fig. 10 Taf. IV) auf eine Windröhre setzt, die sich in einer horizontalen, mit weichem Leder überzogenen Platte *WX* endigt *). Auf diese setzt man zinnerne oder hölzerne Röhren von beliebiger Gestalt, die an beiden Enden offen, und, damit sie dicht an die Lederfläche schliefsen, unten mit einem breiten Rand versehen sind. Ferner verschafft man sich noch eine zweite Lederfläche (Fig. 11 Taf. IV), die aber wie eine gewöhnliche Labialpfeife bei *W* mit einem Ausschnitt versehen ist. Mittelst dieser Vorrichtung kann man für jeden daraufgesetzten Hohlkörper, z. B. des Kegels *Z*, den zugehörigen Ton ermitteln, und, wenn man ihn dann auf die erste Fläche setzt, auch seinen Vocallaut bestimmen.

So weit meine Versuche reichen, habe ich immer gefunden, dafs irgend zwei Hohlkörper, die bei Aufsetzung auf die Platte, Fig. 11 Taf. IV, einen gleichen Ton geben, auch dem Ton der Zunge in Fig. 10 Taf. IV, sobald er, wie bei Fig. 3 Taf. V gesagt worden, nur tiefer ist als der des Hohlkörpers für sich, einen gleichen Vocallaut mittheilen **).

In der ersten Reihe (Fig. 1 Taf. V) sind die Abstände der Vocale von *a* immer etwas kleiner, als die von den Punkten *c*, *e* u. s. w. Diese Verringerung variirt von einer Zungenpfeife zur andern, und scheint Folge einer Störung zu seyn, die durch die Zunge selbst, oder

*) Der Durchmesser meiner Platte beträgt 3 Zoll.

**) Wir können nun die Resultate der Fig. 3 und 4 mit denen der Fig. 5 verknüpfen. Wenn der Hohlkörper *Z* Fig 3 auf Fig. 11 gesetzt und das Brett *EM* auf seiner Mündung verschoben wird, so hört man eine Reihe musicalischer Töne. Wenn man nun irgend eine Lage *LM* des Brettes nimmt, bei der *Z* einen eben so hohen Ton giebt, wie ein gegebener Cylinder, so bekommt man mit beiden Körpern, wenn man sie auf den Apparat Fig. 10 setzt, auch einen und denselben Vocallaut.

durch die mit ihr verbundene Röhre hervorgebracht wird. Ich habe diese Erscheinung bis jetzt noch nicht hinlänglich untersucht, und es daher vorgezogen, in der folgenden Tafel die Hälfte des über *c* gemessenen Abstandes zwischen den gleichlautenden Vocalen der zweiten und dritten Reihe (Fig. 1 Taf. IV) anzugeben. Diese Abstände, die keiner solchen Veränderung unterworfen sind, findet man in der dritten Kolumne in Zollen angegeben. Aus Mangel einer bestimmten Bezeichnung für die Aussprache der Vocale, habe ich in der zweiten Kolumne die englischen Worte gesetzt, welche nebenstehende Vocale enthalten. Die vierte Kolumne giebt die Höhe an, welche der Ton einer gedeckten Labialpfeife von der Vocallänge nach der Tonleiter besitzt, in der Voraussetzung, dafs *O* von c'' geliefert werde, was auch nahe der Fall ist. In der That ist deren Länge 4,7 Zoll, was, nach Bernoulli's Correction *), für die wirkliche Länge der Labialpfeife vier Zoll giebt, und diese liefert, wie man findet, den Ton c''.

Tafel I.

I	*See*	0,38	g^{v}
E	*Pet*	0,6	c^{v}
	Pay	1,0	d^{IV}
A	*Paa*	1,8	f'''
	Part	2,2	$d'''b$
A°	*Paw*	3,05	g''
	Nought	3,8	$e''b$
O	*No*	4,7	c''
	But	unbestimmt	
U	*Boot*	- -	

Diese Resultate sind so genau und normal, als es die Umstände erwarten lassen. Auf völlige Richtigkeit machen sie indefs keinen Anspruch, denn die Vocallaute sind nicht so scharf geschieden, wie die musicalischen

*) *Mém. Acad. Par.* 1762, *p.* 460. Biot's *Traité, T. II p.* 134.

Töne, sondern gehen durch fast unwahrnehmbare Abstufungen in einander über, so dafs es ungemein schwer hält, die einem jeden derselben zugehörige Länge der Pfeife genau zu bestimmen, zumal die Verschiedenheit in dem Klange eines künstlichen und natürlichen Vocallauts die Schwierigkeit noch erhöht. Fernere Versuche von geschickteren Händen, als die meinigen, werden sicher diesen Gegenstand mit gröfserer Genauigkeit bestimmen, und, wie ich nicht zweifle, dem Physiologen einen richtigen Maafsstab für die abweichende Aussprache der Vocale bei den verschiedenen Nationen an die Hand geben.

Eine kurze theoretische Betrachtung wird zeigen, dafs einige der Erscheinungen, welche wir beobachtet haben, vielleicht im Voraus zu erwarten waren. Nach Euler *) pflanzt sich ein Impuls, der am Boden einer gedeckten Pfeife erregt wird, mit der Geschwindigkeit des Schalls zum Mundstück fort. Hier wird er zum Theil reflectirt, läuft zurück, erleidet am Boden eine abermalige Reflexion, geht wiederum zum Mundstück, wo er zum dritten Male zurückgeworfen wird, und so fort, bis die Bewegung durch die Reibung und die Unvollkommenheit der Reflexion zerstört wird. Ist es eine verdichtete Welle, welche am offenen Ende des Rohrs zurückgeworfen wird, so besteht das Echo aus einer verdünnten Welle, und umgekehrt; allein die Richtung der Geschwindigkeit ihrer Theilchen ist in beiden Fällen dieselbe. Andererseits, wenn die Reflexion am verschlossenen Ende stattfindet, behält die Pulsation ihre Dichtigkeit, ändert aber die Richtung ihrer Geschwindigkeit. Das Endresultat besteht also darin, dafs sich vom Mundstück eine Reihe abwechselnd verdichteter und verdünnter Pulsationen fortpflanzt, deren gegenseitigen Abständen gleich sind und der Zeit entsprechen, welche die Pulsation gebraucht, um die Röhre

*) *Prob.* 77 und *Schol.* zu *Prop.* 76; *Schol.* 2 und 3 zu *Prop.* 78 in *Nov. Comment. Petrop. XVI. Mém. Acad. Berlin* 1767. — *Encycl. Metrop. Art. Sound. p.* 776.

einmal hin und her zu durchlaufen, d. h. es entsteht ein kurzer Ton, wie er einer gedeckten Pfeife von gegebener Länge entspricht.

Versuchen wir jetzt, diefs Resultat von **Euler** auf den vorliegenden Fall, wo eine schwingende Zunge mit einer Röhre von beliebiger Länge verbunden ist, anzuwenden, und die Beschaffenheit des nach dieser Theorie von einem solchen System hervorgebrachten Wellenzugs zu untersuchen.

Die schwingende Zunge wird eine Reihe gleich starker, durch gleiche Zeiträume getrennter, aber abwechselnd verdichteter und verdünnter Pulsationen hervorbringen, welche wir Primärpulsationen nennen können. Andererseits wird jedem derselben eine Reihe secundärer Pulsationen von abnehmender Stärke folgen, die von den respectiven Primärpulsationen ebenfalls durch gleiche, aber von der Länge der angesetzten Röhre regulirte Zeiträume getrennt werden. Man nehme nun eine unbegränzte Linie Af_2 (Fig. 5 Taf. V) zur Bezeichnung der Zeit, und lasse A, B, C die Primärpulsationen, so wie a_1, a_2 ... b_1, b_2 die zugehörigen Secundärpulsationen seyn. Ferner nehme man zur Vereinfachung an, dafs letztere nach der dritten Pulsation unmerklich werden, und bezeichne die verdichteten Impulse durch Striche oberhalb der Linie, so wie die verdünnten durch Striche unterhalb derselben. Betrachten wir nun zuvörderst den Fall, dafs die Abstände zwischen den secundären Impulsen kleiner seyen, als die zwischen den primären, und setzen die ersteren Abstände, nämlich AB, BC u. s. w., gleich a, so wie die secundären Aa_1, a_1a_2 gleich s. In diesem Fall werden die Impulse in der Ordnung, Fig. 5 Taf. V, zu stehen kommen.

Gesetzt nun, die secundären Abstände wären nicht s, sondern $2a+s$; wenn wir dann A, B, C wie zuvor in Abständen $=a$ nehmen, um die Primärpulsationen vorzustellen, so müssen wir a den Abstand $2a+s$ von A,

d.

d. h. den Abstand s von C geben, a_2 den Abstand $2s$ von E, und so fort, eben so auch mit b, b_2 u. s. w. verfahren, wie Fig. 6 Taf. V zeigt.

Allein auf diese Weise gelangen wir offenbar nach den vier ersten Primärpulsationen zu einer Reihe von Impulsen, die den vorhin erhaltenen durchaus ähnlich sind, in Betreff der Abstände, wie in der Intensität und des Wechsels von Condensation und Dilatation. Nehmen wir das Intervall $=4a+s$, so treffen wir dieselbe Reihe nach der achten Primärpulsation an, und im Allgemeinen, wenn das secundäre Intervall $=2na+s$ ist, erhalten wir immer dieselbe Folge von Impulsen nach den $4n$ten primären, welche demnach zu vernachlässigen sind. Da wir nun annehmen können, die Abstände AB, Aa_1 u. s. w. stellen die Länge gedeckter Pfeifen vor, welche Töne geben, bei denen die Intervalle ihrer Pulsationen respective in diesem Verhältnisse stehen, so können wir sagen, dafs, welche Wirkung auf das Ohr auch hervorgebracht werde, wenn man eine Röhre von der Länge s in Verbindung setzt mit einer Zunge, die mit einer gedeckten Pfeife von der Länge a im Einklang stimmt, doch dieselbe Wirkung entsteht, wenn man diese Zunge mit einer Röhre von der Länge $2na+s$ verbindet, wo n eine ganze Zahl ist.

Es sey nun das secundäre Intervall $=2a-s$; dann wird ein ähnlicher Procefs die in Fig. 7 Taf. V vorgestellte Reihe geben.

Nach den vier ersten Primärpulsationen ist diese Reihe durchaus der ersten ähnlich, sowohl hinsichtlich der Ordnung der Intervalle der Impulse, als auch hinsichtlich des Wechsels von Condensation und Dilatation, und sie ist nur durch die kleinen Gruppen von Impulsen verschieden, welche in diesem Fall an Intensität zunehmen, und in jenem abnehmen; ein Umstand indefs, der kaum berücksichtigt zu werden verdient. Wir können nun also sagen, dafs jede Wirkung, die durch

Ansetzung einer Röhre $=s$ an eine Zunge, deren Impulse $=a$, hervorgebracht wird, auch durch Verbindung dieser Zunge mit einer Röhre $=2na\pm s$ entsteht.

Wenn daher eine gegebene Wirkung a durch eine Röhre von der Länge ea (Fig. 8 Taf. V) hervorgebracht wird, so wird sie es auch durch eine Röhre, deren Länge ist: $ee-ea$, $ee+ea$ u. s. w., ee gleich $2a$ genommen. Eben so, wenn eine andere Wirkung o durch eine Röhre $=eo$ hervorgebracht wird, wird sie es auch durch eine Röhre $=ee-eo$, $ee+eo$ u. s. w. Hieraus erhellt, dafs wenn wir bei allmäliger Verlängerung der Röhre zu Anfange derselben eine gewisse Reihe von Wirkungen erhalten, wir bei fortwährendem Ausziehen der Röhre dieselbe Reihe abwechselnd in umgekehrter und ursprünglicher Ordnung wieder erhalten, und zwar so, dafs die Mittelpunkte jeder Reihe getrennt sind durch Abstände gleich ee, gleich der Länge einer offenen Pfeife, welche mit der Zunge im Einklang tönt. So weit stimmt alles vollkommen mit der Erfahrung; allein es ist unmöglich, daraus die Wirkung solcher Impulse auf unser Ohr abzuleiten.

Untersuchen wir die Natur unserer Reihen, so finden wir, dafs sie nur aus der Wiederholung eines musikalischen Tons in solcher raschen Folge besteht, dafs daraus ein anderer Ton entspringt. Es ist jedoch längst bekannt, dafs wenn irgend ein Geräusch in gleichen Abständen und mit gehöriger Schnelligkeit wiederholt wird, ein musikalischer Ton entsteht. Ist z. B. g'' der Ton einer offenen Röhre, und c' der Ton einer Zunge (d. h. macht sie 512 Schläge in der Secunde), dann besteht die vereinte Wirkung beider in einer Wiederholung des Tons g'' in gleichen Intervallen 512 Mal in einer Secunde, und daraus entspringt der Ton c'; in diesem Fall bringt g'' dieselbe Wirkung hervor, wie irgend ein anderes Geräusch.

Die Erfahrung zeigt, dafs die entstehenden Töne durch die Eigenschaft, welche wir Vocallaut nennen, charakte-

risirt werden, und überdiefs lehrt sie uns nicht nur, dafs diese Töne in ihrer Höhe immer dem Ton der Zunge oder der Primärpulsation gleich kommen, sondern auch, dafs der erzeugte Vocallaut für gleichen Werth von s immer derselbe ist. So z. B. ist in dem angeführten Beispiele g'' der Ton, welcher dem Vocal A^0 entspricht (Taf. I); wenn dieser Ton 512 Mal in einer Secunde wiederholt wird, so erhält man die Tonhöhe c', und den Vocal A^0; wenn er mittelst einer andern Zunge, die an dieselbe Röhre gesetzt worden ist, 340 Mal in einer Secunde wiederholt wird, so bekommt er die Höhe f, aber der Vocallaut ist noch A^0. Hieraus erhellt, dafs das Ohr, wenn es auch die Wahrnehmung für die Höhe von s verliert, doch die Identität noch durch den Vocallaut hören kann. Dieser Vocallaut läfst sich indefs bis zu einem gewissen Grade an einfachen *) musicalischen Tönen wahrnehmen. Die hohen Töne der Orgel oder Geige geben offenbar ein *I* an, die Bafstöne ein *U*, und wenn man schnell die ganze Tonreihe hinauf und hinab durchläuft, glaubt man die Reihe *U*, *O*, *A*, *E*, *I*, *I*, *E*, *A*, *O*, *U* u. s. w. zu hören, so dafs es den Anschein hat, als sey in einfachen Tönen ein jeder Vocallaut unzertrennlich von einer gewissen Tonhöhe **), und als werde in einem combinirten System von Impulsen, obgleich ihre Höhe verloren geht, ihr Vocallaut verstärkt.

*) Einfache Töne nennt der Verfasser solche, die durch Schwingungen eines einzigen Körpers entstehen, z. B. die Töne der Labialpfeifen, die nur durch Schwingungen der Luft hervorgebracht werden. *P.*

**) Kempelen macht hierüber eine sonderbare Bemerkung. Er sagt §. 110: „*Il me semble que lorsque je prononce des voyelles differentes sur le même ton, elles ont pourtant quelque chose qui donne de change à mon oreille, et me fait penser qu'il y a une certaine melodie, qui cependant, comme je le sais très-bien ne peut-être produite que par la variation des tons en aigues et en graves* . . . “

Um diefs zu bestätigen, müssen wir zu zeigen suchen, dafs die Tonhöhe, welche bei einfachen Tönen einem jeden Vocallaut zukommt, identisch ist mit der eines secundären Impulses bei zusammengesetzten Tönen, d. h. mit der Höhe des Tons einer gedeckten Pfeife von gleicher Länge, wie in Taf. I, die dem gegebenen Vocallaut entspricht. So weit ich meine Versuche getrieben habe, scheint diefs wirklich der Fall zu seyn; allein wegen der Schwierigkeit, den zu einem einfachen Ton gehörigen Vocallaut genau festzusetzen, hat die Willkühr hier einen so grofsen Spielraum, dafs ich mich hiebei nicht länger aufhalten will.

Nehmen wir das secundäre Intervall $=a+s$ oder $=a-s$, so erhalten wir eine Reihe Impulse wie Fig. 9 und 10 Taf. V. Da diese nach den beiden ersten Primärpulsationen hinsichtlich der Ordnung der Intervalle und Folge der Intensitäten genau der Reihe Fig. 5 Taf. V ähnlich sind, so könnte es auf den ersten Anblick scheinen, als müfsten wir eine directe und eine umgekehrte Reihe ähnlicher Vocale, wie die anderen zu beiden Seiten von b, Fig. 1 Taf. V, haben, und eben so auch wenn wir das secundäre Intervall $=a\pm(2n+1)s$ setzen, zu beiden Seiten von d, f u. s. w. Die Pulsationen in jeder dieser Gruppe sind jedoch entweder sämmtlich verdichtend, oder sämmtlich verdünnend. Nahe bei b werden sie also fast zusammenfliefsen, und schwerlich hinreichend von einander zu unterscheiden seyn, um in gleicher Weise, wie es die Gruppen von entgegengesetzten Pulsationen thun, dem Ton einen Vocallaut mitzutheilen. Wenn sie überhaupt einen musicalischen Ton hervorbringen, so wird derselbe offenbar eine Octave höher seyn, als wie dann, wenn die Pulsationen alterniren, weil in letzterem Fall das Intervall zwischen zwei verdichtenden Pulsationen doppelt so grofs ist, wie im vorhergehenden. Da die Vocale, wie gezeigt ist, durch den musicalischen Ton

secundärer Gruppen identificirt werden, so folgt also, dafs in dieser neuen Reihe ein jeder Vocal doppelt so weit von *b*, *d* u. s. w. absteht, wie in der ursprünglichen Reihe von *a*, *c*, *e* u. s. w. Ich habe schon bemerkt, dafs Vocale dieser Art an beiden Seiten der Punkte *b*, *d* u. s. w. angetroffen werden (Fig. 4 Taf. V).

Ist nun, wie ich die Möglichkeit gezeigt, ein Vocallaut nichts anderes als die rasche Wiederholung eines kurzen musicalischen Tons, so folgt, dafs wir noch Vocallaute hören müssen, wie auch diese rasche Wiederholung bewirkt wird. Robison und Andere haben gezeigt, dafs wenn eine Federspitze gegen ein rotirendes gezahntes Rad gehalten wird, durch das blofse Aufschlagen der Feder in gleichen Zeiträumen auf die Zähne ein musicalischer Ton entsteht *). Statt der Federspitze habe ich ein Stück Uhrfeder genommen, und sie schwach gegen die Zähne des Rades gedrückt, so dafs jedes Abspringen ein musicalischer Ton der Feder wurde. Die Feder war in eine Pincette eingespannt, so dafs man dem schwingenden Theil derselben eine beliebige Länge geben konnte. Diefs System brachte offenbar einen zusammengesetzten Ton hervor, ähnlich dem der Verbindung einer Zunge mit einer Röhre, und eine Veränderung in der Länge der Feder mufste daher dieselbe Wirkung haben, wie die in der Länge der Röhre. Und wirklich behielt der so hervorgebrachte Ton, so lange das Rad sich gleichförmig umdrehte, die nämliche Höhe, nahm aber nach und nach alle Vocallaute an, so wie man die Länge der Feder veränderte, und diefs, wenn man von dem Rauhen und Unangenehmen des Tons an sich absah, mit beträchtlicher Deutlichkeit.

Bei dem Versuche Fig. 5 Taf. IV stellt sich indefs noch ein anderes merkwürdiges Phänomen ein, welches ich, um Verwirrung zu verhüten, bisher überging. Ich sagte nämlich, dafs die Zungenpfeife bei diesem Versu-

*) S. Savart in diesen Annalen, Bd. XX S. 294. *P.*

che ihre Tonhöhe behielt; allein in Wirklichkeit findet dabei eine beträchtliche Veränderung derselben statt *).

Es sey wie zuvor die Linie *abcb'* . . ., Fig. 17 Taf. IV, der Maafsstab; und die Ordinaten der Curve, die unterhalb dieser zur Axe genommenen Linie gezogen sind, seyen die Längen einer gedeckten Labialpfeife, welche mit dem Apparat im Einklang tönt, wenn das Ende der Ansatzröhre die Fufspunkte dieser Ordinaten erreicht **). Es seyen *ab*, *bc*, *cb'* u. s. w. respective die Hälfte der Länge der von der Zunge hervorgebrachten Welle, so dafs *c* der Mittelpunkt der zweiten Vocalreihe wird.

Nun werde die Ansatzröhre allmälig ausgezogen; die Höhe des Tons wird constant bleiben, bis das Ende jener Röhre sich dem Punkte *f*, etwa in der Mitte von *a* und *b*, nähert. Hier wird der Ton tiefer, was durch Verlängerung der Ordinaten angedeutet ist; bei weiterem Ausziehen wird er noch tiefer, bis die Röhre den Punkt *n* jenseits *b* erreicht, wo der Ton plötzlich auf einen andern, der eine Vierteltonstufe höher ist als die ursprüngliche, zurückspringt, doch etwas weiterhin allmälig wieder hinabgeht, und darin fortfährt, bis die Röhre den Punkt *c* erreicht. Schreitet man von *c* durch die folgenden Cyclen vor, so wiederholt sich dasselbe Phänomen

*) Für die Leser der Annalen ist es wohl fast unnöthig zu bemerken, dafs diese Klasse von Erscheinungen bereits nach einigen Seiten hin vom Prof. W. Weber untersucht worden ist. (Man sehe diese Ann. Bd. XIV S. 397, Bd. XVI S. 193 und 415, Bd. XVII S. 193. *P.*

**) Um Raum auf der Platte zu sparen, jedoch um zugleich die wahre Natur dieser Aenderung der Tonhöhe zu zeigen, sind die Ordinaten für den besondern Fall einer Zungenpfeife, deren Ton dem einer Labialpfeife von 6",6 gleich ist, gezeichnet, und zwar im Viertel der natürlichen Gröfse, um welche die Labialpfeife länger seyn müfste als sechs Zoll. Wenn man die Linie *ab* anderthalb Zoll höher zöge, würden die Ordinaten genau die wirkliche Länge haben. Siehe den Zusatz *A*.

an den entsprechenden Punkten eines jeden, doch nicht in so hohem Grade. Der ganze Betrag, um welchen der Ton vertieft wird, ist veränderlich, gewöhnlich etwa eine ganze Tonstufe, wie in den Tafeln im Zusatz *A*, am Schlufs dieses Aufsatzes, angegeben ist.

Der Punkt *n* ist keineswegs unveränderlich; ein ruckweises oder sehr rasches Ausziehen der Röhre bewirkt, dafs der Ton des Apparats viel früher auf die ursprüngliche Höhe zurückspringt, als bei langsamer und allmäliger Bewegung. Er ist auch bei verschiedenen Zungen verschieden, obgleich deren Tonhöhe gleich seyn kann; endlich verändert er sich mit dem Druck des Blasebalgs, und zwar desto schneller je stärker dieser ist.

Wenn man nun von einem Punkt jenseits *n* anfängt, und die Röhre allmälig verkürzt, so kann man deren Ende beträchtlich hinter *n* (nämlich nach *m* hin) bringen, ehe der Ton auf den andern zurückspringt, so dafs sich in der That an jedem Punkt *p* zwischen *m* und *n* zwei Töne *pq* und *pr* hervorbringen lassen, von denen indefs keiner der rechte ist, sondern der eine etwas *tiefer* und der andere etwas *höher*. Bei einigen Zungenmundstücken, wenn man das Ende ihrer Röhre zwischen *m* und *n* befestigt, lassen sich diese Töne durch einen geschickten Ruck am Blasebalg, aufwärts oder niederwärts, in einander umwandeln und beliebig lange anhalten.

Bei anderen Zungen giebt es dagegen zwischen *m* und *n* einen Punkt, wo man die beiden Töne gleichzeitig zu hören glaubt, was einen sehr sonderbaren Eindruck macht. Der wahre Vorgang in diesem Fall scheint der zu seyn, dafs die Pfeife die beiden Töne abwechselnd, mit raschem Uebergang von einem zu andern, angiebt, wodurch es scheint, als tönten beide zugleich.

Um diese Wirkungen vollständig hervorzubringen, ist zuweilen ein starker Luftstrom (wenigstens 6 Zoll innerer Druck) erforderlich. Ist die Zunge steif, oder der Druck auf dieselbe nicht stark genug, so verstummt der

Ton auf eine beträchtliche Strecke zu beiden Seiten von *p* gänzlich.

Der Ton nimmt an Stärke zu, so wie man *f* näher kommt, und nimmt ab, so wie er tiefer wird. Nach dem Sprunge ist er gewöhnlich auf eine kleine Strecke rauh und schlecht, und an jedem Punkt *c*, d. h. allemal, wenn die Röhre ein Multiplum von einer ganzen Welle der Zunge ist, scheint der Ton der Zunge gar nicht durch die Ansatzröhre verändert zu werden, und ist höchstens etwas schwächer, als er ohne sie seyn würde.

Unvollständig sind ähnliche Erscheinungen schon von den älteren Orgelbauern beobachtet, und von Robison, der ein Zungenstück in einen Glasfufs setzte und eine verschiebbare Röhre damit verband, beschrieben worden; auch von Biot, der ebenfalls einen Glasfufs gebrauchte, jedoch nicht die Länge der Röhre, sondern die der Zunge variirte *). Alle diese Versuche wurden in-

*) Robison, *Works IV p.* 508 und *Encl. Britt.* Biot, *Physique, II p.* 169. *L'art du facteur d'orgues par* D. Bedos de Celles, 1766—1770, *p.* 439. Da dieses Werk selten ist, so will ich die sonderbare Stelle hieher setzen. „*On doit remarquer que lorsqu'on veut mettre un Tuyau d'Anche au ton qui lui est propre selon la longueur où il se trouve, on le fait monter en baissant la rasette* (*je suppose que celle-ci touchoit le coin*) *le son devient mâle, harmonieux. Si l'on baisse un peu plus la rasette, le son devient plus doux, plus tendre, mais moins mâle et moins éclatant. Si l'on baisse encore la rasette, le son diminue, il s'éteint et devient sourd; si lon baisse encore la rasette, le son double, c'est à dire, qu'il monte tout à coup d'un ton ou d'un tierce et quelquefois davantage; il change d'harmonie, et ce son ne vaut rien. On le fait redescendre en rehaussant la rasetta, jusqu'à ce qu'il revienne à son vrai ton, qui doit-être mâle, éclatant et harmonieux, jusqu'à faire sentire un Bourdon qui parleroit ensemble avec le Tuyau d'Anche*" *p.* 439.

. . . „*Pour les éprouver, on mettra la main dessus un instant tandis qu'ils parlent, comme si on vouloit les boucher, alors le Tuyau commencera à doubler; mais il se remettra de*

defs mit dem Mundstück nach alter Einrichtung angestellt; und da dabei die Zunge durch das Aufschlagen auf den Rand der Röhre in ihren Oscillationen sehr gestört wird, so hat das Phänomen nicht mit solcher Genauigkeit bestimmt werden gekonnt, wie im Fall, wo man eine frei durchschlagende Zunge anwendet. Um zu sehen, welch einen Einflufs die Schwingungen einer Zunge hiebei erleiden, habe ich die Röhre eines Fernrohrs *ABC*, Fig. 16 Taf. IV, mit einer gläsernen Windröhre *DdEeT* verbunden. Hinter der Zunge, doch in solchem Abstande, dafs sie nicht dadurch gestört werden konnte, befestigte ich, gehalten von einem Draht *o*, eine mikrometrische Skale *mn*, mittelst deren ich die Weite der sehr gut begränzten Schwingungsbögen nach *m* hin messen konnte; nach der andern Seite wurden sie natürlich durch die messingene Röhre verdeckt. Ich fand die Gröfse der Schwingungsbögen so lange constant, als die Tonhöhe des Tons constant blieb; sobald eine Vertiefung oder Erhöhung stattfand, wurden die Schwingungsweiten kleiner (Zusatz *B*). Die Ordinaten der getüpfelten Curve über der Curve in Fig. 17 Taf. IV stellen die halben Schwingungsbögen der Zunge bei diesem Versuche vor. Es war zu bemerken, dafs wenn man den Apparat so einrichtete, dafs er einen doppelten Ton gab, die Zunge alsdann keine regelmäfsigen Schwingungsbögen mehr beschrieb, sondern in wunderliche Convulsionen gerieth.

Versuchen wir jetzt diese Erscheinungen zu erklären. Wir haben gesehen, dafs wenn eine Schallwelle die Röhre entlang läuft, sie an deren Ende regelmäfsig zurückgeworfen wird, wenn diefs Ende offen ist: mit Beibehaltung der Oscillationsrichtung, aber Aenderung der Dichte, und wenn dasselbe geschlossen ist: mit Beibehaltung der Dichte, aber Aenderung der Oscillationsrich-

lui même au ton aussitôt qu'on aura oté la main. S'il ne se remet pas de lui même, ce sera une marque, qu'il sera un peu trop long etc." . . . *p.* 440.

tung. Es bezeichne in gewöhnlicher Weise die Curve Fig. 18 Taf. IV die Dichtigkeiten der Wellenreihe, welche von der Zunge *R* in der Röhre *AB* erregt wird, und in derselben entlang läuft; und zwar so, dafs die Ordinaten über der Axe Condensation, und die unter der Axe Dilatation andeuten.

Um den einfachsten Fall zu nehmen, sey die Röhre bei *A* und *B* geschlossen. Die Wellenreihe wird demnach von *B* nach *A*, und umgekehrt fortwährend reflectirt, so lange, bis sie durch die bei jeder Reflexion eintretenden Schwächung vollständig vernichtet worden ist. Die Gesammtwirkung auf ein Theilchen in der Röhre zu einem gegebenen Zeitpunkt wird zufolge des Princips der Uebereinanderlage kleiner Vibrationen gleich seyn der Summe der Wirkungen, welche alle diese reflectirten Wellen in diesem Moment auf dasselbe Theilchen ausüben. Wenn demnach *BA'*, *A'B'* u. s. w. gleich *AB* genommen werden, so wird die wirkliche Dichte an jedem Punkte in der Röhre zur Zeit, da irgend eine gegebene Portion *R* einer Welle von *A* ausgeht, repräsentirt durch die Curve, welche entsteht, wenn man die abwechselnden Stücke *AB*, *A'B'* . . ., direct genommen, mit allen Stücken *BA*, *B'A'* . . ., umgekehrt genommen, combinirt, und dabei auf die allmälige Schwächung der Kraft Rücksicht nimmt.

Ist *B* offen, so mufs die Curve an den Punkten *B*, *B'* u. s. w. in Bezug auf die Axe umgekehrt werden, wie es durch die getüpfelte Linien angedeutet ist, weil die Dichtigkeit sich an dem offenen Ende umgekehrt hat.

Gesetzt nun, die Röhre habe genau die Länge mehrerer Wellen, wie *AB* (Fig. 19 Taf. IV), und sey zuerst an beiden Enden *A* und *B* geschlossen. In diesem Fall werden die directen Stücke $A_1 B_1$, $A_2 B_2$ u. s. w., eben so wie die retrograden Stücke $A_1 B$, $A_2 B_1$ genau dem Stück *AB* ähnlich seyen, welch ein Stück der Welle

nach von A ausgeht; alle directen Wellen werden sich dann vereinigen und unterstützen, eben so alle retrograden Wellen, so dafs die Luftsäule in der Röhre nach der bekannten Weise einer gewöhnlichen Labialpfeife schwingt.

Wenn aber B offen ist, so werden die abwechselnden Stücke BB_1, B_2B_3 u. s. w. umgekehrt; in diesem Fall ist A_1B_1 genau AB ähnlich, aber an der entgegengesetzten Seite der Axe wird es streben, dasselbe zu vernichten; eben so wird A_1B_1 zerstört von A_2B_2 und so fort. Auf gleiche Weise streben die rücklaufenden Wellen abwechselnd dahin, einander zu zerstören, so dafs in der That, wenn nicht die allmälige Abnahme der secundären Pulsationen die Sache änderte, in diesem Fall durchaus kein Ton vorhanden seyn würde.

Betrachten wir ferner eine Röhre ab von der Länge einer halben Welle, so finden wir in ähnlicher Weise, dafs die secundären Impulse einander interferiren und zerstören, wenn b verschlossen ist, und dafs sie einander verstärken, wenn diese Röhre offen ist. Gleiches Resultat würde man erhalten, wenn die Röhre einem ungeraden Multiplum von einer halben Welle gleich genommen würde. Eben so läfst sich auch der Fall von an beiden Enden offenen Röhren untersuchen, und so kommt man dann zu dem allgemeinen Resultat, dafs in Röhren, sie mögen an beiden Enden offen oder geschlossen seyn, die Pulsationen einander verstärken, wenn die Länge der Röhre gleich ist der Länge einer oder mehrerer ganzen Wellen, und dagegen zerstören, wenn die Röhrenlänge gleich ist der Länge einer halben oder einer ungeraden Anzahl halber Wellen; dafs dagegen das Umgekehrte stattfindet, wenn die Röhren an einem Ende geschlossen sind.

Diese gegenseitige Zerstörung der Pulsationen, wenn die Länge der Röhre ein Multiplum von der Wellen-

Länge ist, wird durch die Erfahrung bestätigt. Sie hat gezeigt, dafs solch eine Röhre den Ton der Zunge eher schwächt als verstärkt.

Wir sind nun zum Theil im Stande zu zeigen, welchen Einflufs die Zunge durch die verschiedene Länge der Röhre erleidet. Die Schwingungen der Zunge für sich werden sehr durch den Luftstrom bedingt, welcher dieselben unterhält *), und, wenn eine Röhre angesetzt wird, ist ihre Dauer und Beschaffenheit offenbar auch einer Einwirkung von Seiten der periodischen Wiederkehr der secundären Pulsationen ausgesetzt. Wir haben jedoch gesehen, dafs wenn die Länge der Röhre ein gewisses ungerades Multiplum von der halben Wellenlänge ist, die secundären Impulse sich mit den primären vereinigen. Hier haben wir demnach die gröfste Störung der Bewegung zu suchen, und damit übereinstimmend, haben unsere Versuche auch gezeigt, dafs die Tonhöhe, und folglich auch die Schwingungen der Zunge, nur dann eine Einwirkung erleiden, wenn die angesetzte Röhre eine solche Länge erreicht. Bei anderen Längen scheint es, dafs die Impulse der Röhre für sich gehen, und nur successiv auf die Zunge fallen, daher deren Bewegungen nicht merklich stören, obwohl sie dem Ton derselben den Vocallaut mittheilen.

Wenn die Zunge auswärts schlägt, wird ein verdünnter Impuls erzeugt, der zum Ende der Röhre läuft und verdichtet wiederkehrt. Nimmt man an, die Röhre habe die Länge einer halben Welle, so wird der Anfang dieses secundären Impulses genau mit dem Ende des ersten coincidiren, so dafs die Zunge im Moment, wo sie zurückschlägt, diesem reflectirten Impuls begegnet, welcher den Schwingungsbogen zu verkleinern, und, wie es scheint, die Schwingungszeit zu verlängern strebt. Der verdichtete Impuls, der dadurch hervorgebracht ist, wird in gleicher Weise einen neuen secundären, und zwar ei-

*) Biot, *Physique, II p.* 167.

nen verdünnten erzeugen, der die Bewegung der Zunge nach Aufsen hin verzögert, und so fort.

Da indefs die Länge der Röhre gleich genommen ward der Hälfte einer Schallwelle, welche die Zunge bei ihrem *freien* Schwingen hervorbringt, so scheint es, dafs die neue Welle, da der Ton tiefer wurde, von gröfserer Länge geworden ist; man kann daher die Röhre so weit verlängern, bis sie dem neuen Werth der halben Wellenlänge entspricht. Hat man aber diefs gethan, so läfst sich durch das nämliche Raisonnement zeigen, dafs die Schwingungen der Zunge noch weiter in Gröfse vermindert, und in Dauer vermehrt werden. Auf diese Weise können wir durch fortgesetzte Verlängerung der Röhre noch ferner die Gröfse der Schwingungen verringern und den Ton vertiefen, bis wir zu einem Punkt gelangen, wo es der Zunge leichter wird in ihrer ursprünglichen Art zu oscilliren, und wo sie daher auf diese Schwingungsart zurückkehrt. Die Länge der Röhre, bei welcher diese Rückkehr eintritt, wird jedoch von der Elasticität der Zunge und dem Druck des Luftstroms abhängen, und ändert sich daher mit beiden Elementen, wie wir gefunden haben..

Wir haben jedoch gesehen, dafs wenn das Intervall der secundären Impulse etwas gröfser ist, als das der Oscillationen der Zunge, eine geringe Tendenz zur Beschleunigung der Bewegung durch Verminderung der Schwingungsbögen vorhanden ist. Für diesen Fall wird ein ähnliches Raisonnement zeigen, dafs, wenn man die Röhre verkürzt, um sie der neuen Welle anzupassen, sie den Ton erhöhen mufs, bis man zu einem Punkt gelangt, wo es der Zunge leichter wird, auf eine andere Weise zu schwingen.

Dafs die Längen der Röhre, welche alle diese Störungen in der Tonhöhe zu Wege bringen, ungünstig sind für die Schwingungen der Zunge, geht aus der Thatsache hervor, dafs mit ihnen bei einem etwas schwachen

Luftstrom der Ton ganz verstummt, wiewohl derselbe Luftstrom die Zunge bei günstiger Länge der Ansatzröhre leicht zum Ansprechen bringt; auch scheinen die Längen, bei denen eine Erhöhung des Tons stattfindet, weit ungünstiger für die Schwingungen der Zunge zu seyn, als diejenigen, welche denselben vertiefen.

Die Thatsache, dafs gewisse Längen der Ansatzröhre für das Schwingen der Zunge ungünstig sind, erinnert natürlich an die Versuche von Grenié *). Dieser fand es nämlich bei Tönen von gewisser Höhe für nöthig, die Länge der Windröhre, d. h. der Röhre, welche den Luftstrom aus der Windlade zu der Zunge führt, abzuändern, und es schien ihm für jede Zungenpfeife eine gewisse, anscheinend keinem Gesetz unterliegende Länge der Windröhre zu geben, bei welcher die Pfeife gänzlich am Tönen gehindert ward. Da diese Erscheinungen von gleicher Art mit den von mir beschriebenen zu seyn schienen, so suchte ich dieselben durch folgenden Apparat näher zu untersuchen.

Statt der Windröhre nahm ich zwei messingene Röhren *AB*, *CD*, Fig. 15 Taf. IV, welche dicht schliefsend über einander verschiebbar waren; jede hielt einen Fufs in Länge, *CD* hatte einen inneren Durchmesser =0,5 Zoll, und bei *A* war eine Hülse zur Aufnahme des Zungenmundstücks *R*. Zwei Ansatzröhren, wie *EF*, mit Hülsen versehen, dienten zur Vergröfserung der Länge, so dafs man bei vereintem Gebrauche dieser und der Auszugsröhre *BC* die Wirkung einer Windröhre in allen Längen von einem bis vier Fufs untersuchen konnte.

Um geringere Längen zu untersuchen, nahm ich eine Röhre *AB*, Fig. 12 Taf. IV, und befestigte an deren Ende einen Stempel *BV*, der das Zungenmundstück *R* hielt und luftdicht in der auf der Windlade stehenden Windröhre pafste.

Der Ton der Zungenpfeife, die ich zuerst anwandte,

*) Biot, *Physique*, *II* p. 173.

war der einer 4,7 Zoll langen Labialpfeife; als ich den Stempel *B V* mittelst der daran sitzenden Röhre *AB* in die Höhe zog, versagte der Ton, sobald $TV = 3{,}4$ Zoll war, dagegen kam er wieder zum Vorschein, wenn $TV = 5{,}5$.

Nach den früheren Versuchen sollte dieser Fall nun eintreten, wenn *TV* nahe gleich einer halben Welle war; allein der Ton der angewandten Zungenpfeife entsprach einer Labialpfeife $= 4{,}7$ Zoll, was, nach Bernouilli's Tafel berichtigt, etwa 5,3 Zoll für die halbe Wellenlänge giebt, so dafs also die Windröhre für meine Theorie *) viel zu kurz war. Die Ursache dieser Anomalie scheint der kurze Kanal *efg* zu seyn, welcher die Luft aus der Windlade in die Windröhre führt. Um dieselbe zu beseitigen, setzte ich das Ende der Windröhre direct in den Deckel des Blasebalgs, wie Fig. 13 Taf. IV zeigt, so dafs das untere Ende *T'* der Röhre oder vibrirenden Luftsäule scharf abgeschnitten war. Nun verschwand in der That der Ton, wenn $T'V' = 5{,}9$, und sprach wieder an, wenn *T'V'* etwa $= 8$, was um 2,5 Z. von dem vorhergehenden Versuch abweicht; es leidet also kaum einen Zweifel, dafs der Kanal *efg* als ein Theil der Windröhre angesehen werden mufs, und dafs er es war, von dem die von Hrn. Grenié beobachteten Anomalien herrührten. Bei Fortsetzung dieser Versuche mit den langen Röhren, Fig. 14 und 15 Taf. IV., fand ich, wie vorausgesehen, dafs diese Intervallen vom Verstummen, Tieferwerden u. s. w. regelmäfsig dann eintreten, wenn die Länge der Windröhre ein ungerades Multiplum von der halben Länge der durch die Zungenpfeife erzeugten Schallwelle war **). Von Vocallauten finden sich bei diesen Versuchen nur schwache Anzeigen. (S. Zusatz *C.*)

*) Besonders da bei diesen Versuchen die Wellen immer etwas *länger* ausfallen als die berichtigte Länge der Labialpfeifen. Siehe den Zusatz *A*.

**) Da die Windröhre bei gewissen Längen das Ansprechen der

Zum Schlusse noch ein Paar Versuche, welche zur Bestätigung der obigen Ansichten dienen. Man nehme einen Stempel *MN*, Fig. 7 Taf. IV, sehr nahe von gleichem Durchmesser mit der Röhre *ABCD*, Figur 5 Taf. IV *), und versehen mit einem Stiel *o*, so dafs er in der Röhre hin und her verschoben werden kann, wie Fig. 7 Taf. IV zeigt. Geschieht diefs, während die Pfeife angeblasen wird, so tönt sie ohne Unterbrechung, und nimmt dabei, doch minder deutlich wie bei den früheren Versuchen, Vocallaute an, abwechselnd in gerader und umgekehrter Ordnung, entsprechend mit der Länge des Röhrenstücks *BN*, zwischen dem Stempel und der Mündung, wie lang auch *PB* seyn mag. Wenn andererseits *PM* beinahe gleich gemacht ist einer oder mehrerer ganzen Wellen des Zungenmundstücks, so finden die Vertiefungen und übrigen Erscheinungen statt, welche bei den früheren Versuchen nur bei ungeraden Multiplis der halben Wellenlänge eintreten. In diesem Fall wird ein Theil der durch die Zunge erregten Schallwellen neben dem Stempel vorbei zu der Mündung der Röhre getrieben, und dann zwischen *BN* hin und her reflectirt, wobei zugleich Vocallaute entstehen. Der zurückgebliebene Theil wird zwischen *P* und *M* reflectirt, wie wenn *PM* eine an beiden Enden verschlossene Röhre wäre, in welchem Fall, wie wir gesehen, die secundären Impulse sich vereinigen, und deshalb die Schwingungen der Zunge stören, wenn die Röhre die Länge einer halben Welle oder eines Multiplum von derselben besitzt.

Wenn

Zunge hindert, so ist es nöthig, die Röhre *TVR*, Fig. 5, nach dem angewandten Zungenstück zu ajustiren. Diefs geschah bei diesen Versuchen mittelst eines verschiebbaren Gliedes bei *V*, welches durch eine Klammer, die indefs der Deutlichkeit halber in allen Figuren fortgelassen ist, in der erforderlichen Stellung festgehalten wurde.

*) Durchmesser der Röhre = 1",3, des Stempels = 1",25.

Wenn die Zunge, statt wie in Fig. 5 Taf. IV in einen Stempel eingesetzt zu seyn, an einer Röhre *WR*, Fig. 8 Taf. IV, befestigt ist, welche sich in einem am Stempel sitzenden Lederring luftdicht verschliefsen läfst, damit man die Länge *PS* nach Belieben verändern kann, so sind die Vocallaute und übrigen Erscheinungen wieder von der Länge *PB* abhängig (alle, welche von *P* bis *S* hervorgebracht seyn würden, gehen also verloren).

Befestigt man das Zungenmundstück an dem Ende einer Windröhre *TVR* (Fig. 9 Taf. IV), und vor der mit einem soliden Stempel *P Q* versehenen Röhre *ABCD*, so werden die Vocallaute und übrigen Erscheinungen wie zuvor hervorgerufen, und hängen noch von der Länge *PB* der gröfseren Röhre ab.

Ein sonderbarer Umstand bei den zwei letzten Versuchen ist der, dafs, obgleich die Vertiefung des Tons nur stattfindet, wenn *PB* (Fig. 8 und 9 Taf. IV) gleich ist einer halben Welle der Zunge oder einem ungeraden Multiplum solcher halben Wellen, doch der Betrag dieser Vertiefung mit dem Abstand der Zunge von der Mündung der Röhre variirt; sie ist am gröfsten, wenn *BS* eine halbe Welle oder ein ungerades Multiplum derselben ist, dagegen fast unwahrnehmbar, wenn *BS* eine ganze Welle oder ein Multiplum derselben ist, oder wenn *BS* Null wird, d. h. die Zunge sich genau an der Mündung der Röhre befindet *). Diefs scheint von einer verschiedenen Dichtigkeitsveränderung an verschiedenen Stellen der Röhre abzuhängen. Wenn die Röhre die Länge einer halben Welle oder eines ungeraden Multiplums derselben hat, so ist bekanntlich die Dichtigkeitsänderung wie in einer gewöhnlichen Orgelpfeife; sie ist Null an der Mündung und an den Punkten, die von dieser um eine ganze Zahl von Wellen abstehen, an denen auch unsere Vertiefung fast verschwindet; dagegen ist sie am gröfsten an den Punkten, die um eine halbe Welle oder eine

*) Siehe den Zusatz *D*.

ungerade Anzahl halber Wellen von der Mündung entfernt sind, wo auch die Vertiefung am gröfsten ist. Da nun gezeigt worden ist, dafs diese Aenderung der Tonhöhe hervorgebracht wird durch die Reaction der secundären Impulse, welche durch eine periodische Dichtigkeitsänderung die Schwingungen der Zunge stören, so erhellt, dafs, wenn in der Luftschicht *S* (Fig. 8 und 9 Taf. IV), wo sich die Zunge befindet, diese Aenderung durch die von *B D* zurückkehrenden Impulse aufgehoben oder vermindert wird, die Wirkung auf die Schwingungen der Zunge auch verhältnifsmäfsig verringert werden mufs.

Wenn man endlich dem Zungenstück, statt der gedeckten Röhre, wie in Fig. 9 Taf. IV, eine an beiden Enden offene Röhre vorhält, so tritt die Vertiefung ein, wenn die Röhre die Länge einer oder mehrer ganzen Wellen hat, und die Vocallaute erscheinen bei der doppelten Länge, bei welcher sie mit gedeckten Röhren zum Vorschein kommen. Dafs diefs geschehen müsse, erhellt aus dem bereits Gesagten und aus der Erklärung der Figuren 9 und 10 Taf. V, welche, wie man sieht, die Lage der Vocale für diesen Fall darstellen.

Es ergeben sich hieraus einige nützliche Winke für die Verbesserung der gewöhnlichen Rohrpfeifen. Die Orgelbauer pflegen gewöhnlich aus zwei Gründen Röhren an die Zungenstücke zu setzen. Anfänglich setzten sie bei den gewöhnlichen gedeckten Rohrpfeifen an das Zungenstück eine konische Pfeife, welche denselben Ton gab, in der Hoffnung, dafs die Vibrationen der Zunge und der Luft in der Röhre einander unterstützen, und so eine bessere Wirkung geben würden, was auch die Ansicht der Theoretiker gewesen ist. Die Orgelbauer fanden indefs zu ihrem Erstaunen, dafs dadurch die Bewegung der Zunge gehemmt und ihr Ton vertieft wurde; sie nahmen daher eine Röhre, deren Ton etwas höher als der der Zunge war, und gaben ihr eine konische Ge-

stalt, voraussetzend, da fsdadurch, wie bei dem gewöhnlichen Sprachrohr, der Ton verstärkt werden würde. Wir haben indefs gesehen, dafs, wenn auch die Röhre und das Zungenstück einzeln denselben Ton geben, sie bei ihrer Verbindung dennoch einander in ihren Undulationen stören, die Röhre mag an beiden Enden offen oder geschlossen, oder auch nur an einem Ende verschlossen seyn (wobei man nicht vergessen mufs, dafs die gewöhnliche Rohrpfeife als eine auf Seite der Zunge verschlossene Röhre zu betrachten ist), dafs ferner die Gröfse der Störung verschieden ist nach der Stelle, welche die Zunge in solch einer Pfeife einnimmt, am gröfsten, wenn die Zunge am Boden angebracht ist, am kleinsten dagegen, wenn sie sich an der Mündung befindet *). Es erhellt daraus, dafs die Stelle, welche man bisher für die Zunge gewählt hat, die möglichst schlechteste ist, und dafs sie vielmehr an der Mündung der Röhre angebracht werden mufs, kurz so wie in Fig. 9 Taf. IV, wenn man die Zunge als bei *BD* befindlich, und die Röhre aufrecht stehend annimmt. Bei dieser Einrichtung giebt die Zunge einen viel stärkeren Ton, spricht leicht an und erleidet keine Störung in ihren Schwingungen.

Die zweite Verbindung von Röhren und Zungen findet sich bei der Vox humana, wo sehr kurze Röhren, die nicht mit der Zunge in Einklang stehen, angewandt werden. Ueber die Principien dieser Zusammensetzung, die den Orgelbauern immer ein Räthsel war **), ist man bis jetzt noch nicht im Klaren.

*) Siehe den Zusatz *D*.

**) Nach Biot sind die Pfeifen der Vox humana beinahe von gleicher Gröfse (Phys. II p. 171); allein in der von B. de Celles gegebenen Mensur sind sie beträchtlich verschieden, wiewohl sehr kurz (*Facteur d'orgues*, *p.* 84 und 366). Sie sind von cylindrischer Gestalt, an der Mündung halbbedeckt, und stehen auf einem umgekehrten abgestumpften Kegel. Die Länge von *cc* ist 9'',1, der Durchmesser 1'',4. Die Länge von $c''' = 3''',3$, Durchmesser $= 1'',0$.

Versteht man unter einem Vox-humana-Register ein solches, welches in allen seinen Tönen denselben Vocallaut giebt, so ist die Sache leicht durch die von mir auseinandergesetzten Principien abgethan. Man mufs sich indefs erinnern, dafs es für solch ein Register immer eine natürliche Gränze in der Höhe giebt, da es unmöglich ist, einen und denselben Vocallaut auf einen höheren Ton, als den ihm eigenthümlichen zu übertragen. So könnte ein O-Register nicht weiter als bis c'', ein A-Register nicht weiter als bis f''', und ein E-Register nicht weiter als bis d^{IV} ausgedehnt werden *).

Hiemit schliefse ich für jetzt, mir die Anwendung der hier entwickelten Thatsachen und Grundsätze auf die Erklärung der Wirkungsweise unserer Sprachwerkzeuge bis zu einer künftigen Gelegenheit vorbehaltend.

Anhang.

Zusatz A. Die folgende Tafel wird die Bemerkungen über die Aenderungen der Tonhöhe erläutern, und in der That war sie es, nach der die Fig. 17 Taf. IV gezeichnet wurde. Der Ton der Zunge entsprach einer Labialpfeife von 6",6 oder von nahe g'. Ich habe in allen Tafeln die Tonhöhe durch die Länge einer (gedeckten) Labialpfeife angegeben, da diefs die genaueste

*) Man kann die mit den Zungen verbundenen Pfeifen so wählen, dafs sie *E* geben, und ihre Mündungen dann gleichzeitig durch ein Pedal so weit verschliefsen, dafs sie irgend einen Vocallaut annehmen, nach Art der Fig. 3; jedoch kann man den Trichtern irgend eine andere Gestalt geben, und das Brett *LM* braucht den Rand nicht zu berühren, sondern ihm nur genähert zu werden, wie es der angewandte Mechanismus am besten zuläfst. Man kann dazu gewöhnliche Rohrpfeifen gebrauchen, doch sind deren Vocallaute keineswegs so deutlich, wie die der Pfeifen mit frei durchschlagenden Zungen, welche bei wissenschaftlichen Untersuchungen immer angewandt werden müssen.

Methode ist. Alle Maafse sind in Zollen und deren Decimaltheilen aufgeführt.

Tafel II.

	Länge der Röhre *PB*, Fig. 5 Taf. IV.	Tonhöhe.		
	4	6,63		
	5	6,71		
	6	6,76		
	7	6,85		
	8	7,1		
Erste Verdoppelung	8,74 = *am*			6,43
	8,8 = *ap*	7,5	oder	6,45
	8,89 = *an*	7,55		
	9			6,53
	10			6,6
Mittelpunkt d. 2. Cycl.	17,1 = *ac*			
Zweite Verdoppelung	26 = *am'*	7,03	oder	6,5
	26,45 = *an'*	7,11	-	6,53
Mittelpunkt d. 3. Cycl.	34,7			
Vierte Verdoppelung	43,3	6,96	-	6,53
	44,1	7,01	-	6,58
Fünfte Verdoppelung	60,7	6,87	-	6,55
	62	6,96	-	6,6

Tafel III.

Tonhöhe der Zunge = 2,5. Länge der Röhre bei den verschiedenen Verdoppelungen des Tons:
4,75; 13,8; 23,1; 32,15; 41,45; 50,85; 59,9.

Tafel IV.

Tonhöhe der Zunge, eine Octave höher als 4,2. Bei diesem hohen Ton der Zunge gingen alle Vocallaute verloren. Statt dafs die Zunge bei verschiedener Länge der Ansatzröhre ihren Ton änderte oder verdoppelte, verstummte sie jetzt auf eine kleine Strecke, und nahm dann ihren Ton wieder an. Dicht vor den Stellen, wo der Ton verschwand, nahm er eine unangenehme Stärke an.

Röhrenlänge beim Verschwinden des Tons

2,55; 8,9; 15,3; 21,7; 28,05; 34,45; 40,85.

Röhrenlänge beim Wiedererscheinen des Tons:

3,65; 9,9; 16,1; 22,55; 28,9; 35,2; 41,6.

Ich habe angegeben, dafs die Cyclen der Phänomene durch Abstände gleich einer Schallwelle der Zunge getrennt sind. Ich mufs jedoch bemerken, dafs diese Abstände immer etwas gröfser sind, als sie, aus der Länge der Labialpfeife berechnet, und nach Bernoulli's Tafel berichtigt, sich ergeben (Biot's *Physique, II p.* 135. *Mém. Acad. Par.* 1762). Der Unterschied beträgt etwa ein Achtel oder Zehntel einer Schallwelle. So ist für die

Zunge Taf. II, aus den verschiedenen Abständen, die halbe Schallwelle	=8,8
Tonhöhe =6,6, und diese berichtigt	=7,2
Unterschied	=1,6
Zunge Taf. III giebt die halbe Welle	=4,65
Tonhöhe =2,5, berichtigt	=3,4
Unterschied	=1,25
Zunge Taf. IV, halbe Welle	=3,2
Tonhöhe = Octave über 4,2	
Berichtigt = - - 4,95. Wahre Höhe	2,475
Unterschied	=0,725

Zusatz B. Tafel V enthält eine Reihe von Versuchen mit Fig. 16, und zeigt den Einflufs der Röhrenlänge und der Windstärke auf die Schwingungsbogen der Zunge, die eine von denen war, welche einen doppelten Ton gab.

Tafel V.

Innerer Druck = 6 Zoll Wasser.

Länge.	Tonhöhe.	Halbe Amplitude	Länge.	Tonhöhe.	Halbe Amplit.
12	11,05	0,076	20	10,8	0,06
15	11,52	0,06	21	10,87	0,07
16	11,6	0,05	24 bis	10,9	0,08
17		0,046	33		
18		0,036	35	11,05	0,076
18,75		0,03	39	11,15	0,07
19	doppelt	0,024 ?	40	11,24	0,068
19,5		0,03	40,8	11,4	0,06

Druck = 4 Zoll.

12	10,93	0,07	20		0,052
14	11,13	0,066	21	10,75	0,064
15	11,3	0,056	22 bis	10,8	0,074
16	11,6	0,046	33		
17	11,8	0,034	34	10,83	0,074
18	Stille		35	10,95	0,072
19	10,65 ?	0,02	39	11,1	0,066
19,4	10,7	0,04	40,8	11,3	0,05

Druck = 2 Zoll.

12	11,0	0,046	20	10,4	0,02
14	11,1	0,03	21	10,75	0,03
15	11,3	0,03	24	10,87	0,054
	Stille		bis		
17	9,6		33		
18	10,2		40,8	11,2	0,030

Zusatz C. Tafel VI enthält die Resultate, welche mit Fig. 15, als dieser Apparat auf die Windlade, Fig. 12, gesetzt war, erhalten wurden.

Tafel VI.

Druck =6 Zoll.

Abstand *DA* von d. Windlade.	Tonhöhe.	Abstand *DA* von d. Windlade.	Tonhöhe.	Abstand *DA* von d. Windlade.	Tonhöhe.
15,25	5,2	24,5	rauh	37,6	5,7 u. Sprung
19	5,25	25,0	gut	38,1	5
20,75	5,5	27,4	5,15	38,75	5,1
22,5	5,7	29,8	5,2	39,8	5,15
23,25	5,9	32	5,25	43,5	5,2
23,4	Sprung	34	5,35	49,2	5,35
23,9	Ton flatternd	35,5	5,4	51,25	5,45
24,1	5,1 rauh	36,75	5,65	53,5	5,65

Die Resultate in Tafel VII sind mit derselben Zunge und dem Apparat Fig. 12 erhalten. Man sieht, wie auch zu erwarten stand, dafs die Länge *AB* auf die Resultate eingewirkt hat.

Länge v. *TV*	Tonhöhe *AB* =12	Tonhöhe *AB* =20.	Tonhöhe *AB* =22.	Länge v. *TV*.	Tonhöhe *AB*=12.	Tonhöhe *AB* =20.	Tonhöhe *AB* =22.
3	5,23				6,5 kein Ton		
4	5,25		5,45	8	4,75 Ton schlecht	5,2	5,33
5	5,3		5,5				
6	5,6	5,63	5,65	9,2	5	5,3	5,4
6,4	5,65	4,75	5,05	10,7	5,2	5,3	5,45

Zusatz D. Tafel VIII enthält eine Reihe Versuche mit Fig. 9. Die Röhre *ABCD* war in Bezug auf *TVR* in solcher Weise befestigt, dafs *R* um die in der ersten Columne angeführten Gröfsen in die Röhre hineingeschoben werden konnte; dann wurde der Stempel verschoben, bis die Vertiefung eintrat, und die Pfeife auf den ursprünglichen Ton, oder vielmehr, wie zuvor erwähnt, auf einen etwas höheren übersprang. Der Abstand des Stempels vom Ende der Röhre, wenn diefs

geschah, sieht man in der zweiten Columne. Der Ton, auf den dabei die Pfeife herabsank, findet sich in der dritten Columne, und der höhere, auf den sie zurückkehrte, in der vierten.

Tafel VIII. Tonhöhe der Zunge =4,87.

Erster Sprung.				Zweiter Sprung.			
Länge von *BS*.	Länge v. *BP*.	Ton tiefer.	Ton hoher.	Länge von *BS*.	Länge von *BP*.	Ton tiefer.	Ton hoher.
0	6,45	4,95		0	20,78	4,95	
0,5	6,38	5,05		1	20,7	5,05	
1	6,28	5,1	4,83	2	20,53	5,01	4,85
2	6,03	5,15	4,65	4	20,58	5,07	4,83
4	6,06	5,17	4,5	5	20,65	5,16	4,72
5	6,19	5,23	4,4	6	20,85	5,17	4,75
				8	21	5,13	4,74
				10	21,22	5,06	4,73
				12	21,2	5,03	4,85
				14	20,73	4,94	
				16	20,35	5,03	4,83
				18	20,3	5,13	4,70

Hier ist die Vertiefung fast unmerklich, wenn BS $=0$ und nahe $=14$, dagegen für den mittleren Werth von BS am gröfsten. Da der erste Sprung stattfindet, wenn $BP=6{,}45$, und der zweite, wenn $BP=20{,}78$, so ergiebt sich daraus die Länge der Schallwelle der Zungenpfeife nahe $=13{,}4$; die kleinste Wirkung tritt hier also ein, wenn die Röhrenlänge gleich Null ist, oder gleich einer ganzen Welle; und dagegen ist die Wirkung am gröfsten, wenn die Röhre die Länge einer halben Welle hat. Der Werth von BP ist sehr nahe constant; die Veränderungen desselben scheinen einem regelmäfsigen Gesetze zu folgen; der mittlere Werth von BP tritt nahe bei einer halben Wellenlänge ein.

II. *Von den Combinationstönen;* *von Gustav Gabriel Hällström* *).

Wie bewundernswürdig auch der künstliche Bau des menschlichen Ohrs bei näherer Betrachtung erscheinen mag, so erregt es doch nicht weniger Erstaunen, wenn man die mannigfaltige und streng gesetzmäfsige Bewegungsweise der elastischen Körper, beim Tönen wie beim Schallleiten, untersucht, und dabei erwägt, dafs wir alle diese so verschiedenartigen und oft sehr zarten Modificationen mit unsern Ohren wahrzunehmen im Stande sind. Auch ist es nicht ohne Schwierigkeit vollständig zu erklären, wie nicht blofs die so bewegliche Luft, sondern selbst die härtesten unter den starren Körpern nicht allein verworrene, sondern sogar articulirte und musicalische Töne fortzupflanzen vermögen, und zwar jeden einzeln für sich, so dafs, ohne eine Verschmelzung mehrerer zu

*) Schon vor zwölf Jahren habe ich in Form einer academischen Dissertation einen Aufsatz über die *Combinationstöne* (*De tonis combinationis. Aboae* 1819, *p.* 44, in 4.), herausgegeben, und darin die Theorie derselben, so wie die vorzüglichsten der zu deren Bestätigung dienenden Beobachtungen auseinandergesetzt. Bei Gelegenheit dessen, was vor längerer Zeit von W. Weber in Poggendorff's Annalen, Bd. XV (91) S. 216, bekannt gemacht worden ist, habe ich dieses schon in Vergessenheit gerathene Werkchen wieder durchblättert, um zu sehen, ob es noch Etwas zur Erläuterung dieses Gegenstandes enthalte. Da es mir geschienen hat, als sey es noch jetzt der Beachtung der Physiker vielleicht nicht unwerth, so unterwerfe ich es, mit wenigen Zusätzen versehen, hier bescheiden ihrem Urtheile, zufrieden, wenn es entweder unmittelbar oder mittelbar, indem es Anderen Gelegenheit giebt, den Gegenstand erschöpfend zu behandeln, der Wissenschaft einigen Nutzen leiste. Vorzüglich aber möchte ich die Sache den berühmten Verfassern der „*Wellenlehre*“ empfehlen, denen wir so Vieles über die Theorie der Oscillationen flüssiger Körper verdanken.

einem, oder eine Störung eines durch mehrere, aus dem Zusammenklingen aller eine musicalische Harmonie entstehen und von uns gehört werden könne.

Bei so bewandten Umständen wird es Keinem Wunder nehmen, dafs die Naturforscher getheilter Meinung über diesen Gegenstand gewesen sind. Hieher gehört der Streit zwischen den englischen Physikern Young und Gough über verschiedene zur Theorie des Schalls gehörige Punkte, welchen Vieth, mit einigen Zusätzen versehen, in Gilbert's Annalen (1805) Bd. XXI, S. 265, summarisch dargestellt hat. Dieser Streit betrifft hauptsächlich die sonderbare Erscheinung, dafs, wenn zwei Töne, die nicht im Einklang stehen, gleichzeitig angestimmt werden, oft ein dritter tieferer gehört wird, welcher von den Engländern *tiefer harmonischer Ton*, von Vieth aber, dem ich darin in diesem Aufsatz folgen werde, *Combinationston* genannt worden ist. Es ist dabei unter Anderem darüber gestritten worden, ob der Combinationston durch die Bewegung der den Schall fortpflanzenden Luft mechanisch hervorgebracht werde, wie Young mit den älteren Physikern behauptet, oder ob er seinen Ursprung dem Spiel der Einbildungskraft verdanke, welche Meinung Gough zu vertheidigen scheint, indefs mit Gründen, die meines Erachtens von der Art sind, dafs Niemand, der über diese Klasse von Erscheinungen reiflich nachgedacht hat, hinsichtlich derselben in Zweifel bleiben kann. Wenn gleich ich nun keineswegs behaupten will, dafs die Theorie, durch welche man die Combinationstöne zu erklären pflegt, ganz irrig sey, so kann man doch, wenn man sie auf dem Wege des Experiments untersucht, und dabei auf Erscheinungen stöfst, zu deren Erklärung dieselbe für sich allein unzulänglich ist, nicht anstehen, sie als mangelhaft zu bezeichnen.

Wenn zwei Körper gleichzeitig ertönen, und die Zahl der in einer Secunde vollbrachten Schwingungen bei dem einen r, und bei dem andern s ist, welche Zahlen dem-

nach die entstandenen Töne bedingen, so dafs der eine r und der andere s genannt werden kann, so ist klar, dafs das Ohr, zu welchem diese Töne mittelst der Luft fortgepflanzt werden, von geringerer Kraft ergriffen wird, wenn es die Impulse zu verschiedenen Zeiten empfängt, von stärkerer aber, wenn es sie gleichzeitig bekommt. Nehmen wir $r = s$, so wird diese ungleiche Erregung des Ohrs nicht beobachtet, entweder weil in diesem Fall die beiden Körper ihre Schwingungen gleichzeitig anfangen, wodurch dann auch die Pulsationen dieser Körper der Reihe nach zugleich vollbracht werden und im Ohr anlangen, oder auch, wenn der Anfang der Schwingungen nicht gleichzeitig ist, weil die Pulsationen beider Körper sich dann niemals erreichen, wodurch dann immer ein und dasselbe gehört wird. Nehmen wir aber wie zuvor r und s ungleich an, so werden die Impulse, in wie ungleicher Zeit sie auch anfingen, sich doch nach einiger Zeit erreichen, und allemal, wenn diefs geschieht, wird das Ohr stärker angegriffen werden, und daher, während des Tönens, Schläge in gewisser Ordnung hören, welche, wenn sie einander nicht sehr rasch folgen, einzeln wahrgenommen und gezählt werden können, bei schneller Aufeinanderfolge aber so auf das Ohr wirken, wie wenn, aufser den beiden gegebenen Körpern, noch ein dritter seine Pulsationen in dasselbe schickte, und solchergestalt die Empfindung eines dritten Tons hervorbringen, d. h. des Combinationstons, der in der That aus der Verbindung beider Töne entsprungen ist.

Was die Bestimmung der Zahl dieser Schläge betrifft, so hat man im Allgemeinen bemerkt, dafs wenn r und s Primzahlen zu einander sind, die Pulsationen das Ohr in jeder Secunde einmal gleichzeitig afficiren, wodurch dann zu derselben Zeit ein Schlag gehört wird. Eben so wird angegeben, dafs wenn r und s ganze Zahlen zu gemeinschaftlichen Factoren haben, so viel Schläge gehört werden, als der gröfste Factor q Einhei-

ten enthält, so dafs demnach q die Zahl der Schläge oder den Combinationston bestimme. Diefs kommt mit dem überein, was Dr. Brewster in der *Edinburgh Encyclopaedia, Vol. X, Art. Harmonics, p.* 641, angiebt. Sind nämlich die Oscillationen, welche in einer Secunde vollbracht werden, r und s, und stehen sie in dem Verhältnifs a : b, so wird daselbst angegeben, die Zahl der Schläge oder der Oscillationen des Combinationstons sey $=\frac{r}{a}=\frac{s}{b}$, und aus dieser Theorie die Reihe der Combinationstöne durch die ganze Octave hindurch abgeleitet.

Diefs ist nun freilich so klar, dafs es scheint, als könne kein Zweifel darüber obwalten; nichts destoweniger zeigt sich, wenn man den Gegenstand auf dem Wege des Experimentes prüft, dafs diese Theorie nicht alle Erscheinungen der Combinationstöne zu erklären vermag, und dafs sie vielmehr einer weiteren Ausbildung bedarf. Die Untersuchung dieses Gegenstandes auf dem Wege der Erfahrung läfst sich meines Erachtens auf doppelte Weise anstellen, nämlich erstens, indem man die innerhalb einer Secunde erfolgenden Schläge zählt, falls sie dazu langsam genug auf einander folgen, oder zweitens, indem man den Ton, der aus zwei hinreichend hohen Tönen entspringt, beobachtet. Es wird dabei dem aufmerksamen Beobachter nicht entgehen, dafs die Continuität, welche man in der Zahl der in einem gewissen Zeitraum erfolgenden Schläge wahrnimmt, von der erwähnten Theorie nicht erklärt werden könne, sondern dafs sie derselben ganz widerspreche. Es lehrt nämlich die Erfahrung, dafs wenn zwei Töne, die anfangs im Einklang stehen, stufenweis immer mehr aus einander weichen, auch die Geschwindigkeit der Schläge ununterbrochen wächst, ohne dafs dabei ein Sprung zu bemerken wäre. Nach der erwähnten Theorie aber müfsten die Schläge zuweilen schneller, darauf zu gewissen Zeiten wieder langsamer, und dann abermals schneller auf ein-

ander folgen; langsamer nämlich, wenn die Zahl der Oscillationen, welche diese Töne erzeugen, Primzahlen zu einander sind, rascher aber nothwendig, wenn sie einen gemeinschaftlichen Divisor besitzen. So werden die Töne, für welche die Oscillationszahlen $2r$ und $2r+1$ sind, beim gleichzeitigen Anstimmen nicht mehr als einen einzigen Schlag in der Secunde erzeugen. Sobald aber durch eine kleine Veränderung der Töne die Oscillationszahlen $2r$ und $2r+2$ werden, folglich einen gemeinschaftlichen Divisor bekommen, müfste nach der Theorie eine wenigstens doppelt so grofse Zahl von Schlägen entstehen, wogegen aber die Erfahrung lehrt, dafs diese, wenn auch schon ein Ton hörbar ist, nicht plötzlich und sprungweise, sondern allmälig und stufenweise wächst. Nach der Theorie müfsten ferner Töne, die sehr in der Höhe von einander abweichen, sobald die Zahlen r und s nur Primzahlen zu einander sind, wenig Schläge hervorbringen, und dennoch ist diefs nur der Fall, wenn r und s von beinah gleicher Gröfse sind, sonst aber wird ein deutlicher Combinationston gehört.

Diefs wird vorzüglich durch die Combinationen solcher Töne erläutert, deren gegenseitiges Verhältnifs temperirt zu werden pflegt. Das wahre Verhältnifs der Töne $\overline{c}$ und $\overline{a}$ wird z. B. oft wie das 3:5 genommen; andere Betrachtungen dagegen verlangen das Verhältnifs 16 : 27, welches jedoch von Einigen durch Temperiren in das Verhältnifs 161 : 270 umgewandelt zu werden pflegt. Nimmt man nun den Ton $\overline{c}=512$, und wendet das Verhältnifs 3 : 5 an, wodurch also $\overline{a}=833\frac{1}{3}$ wird, so entsteht aus der Consonanz beider Töne, gemäfs der angeführten Regel, der Combinationston:

$$=\frac{512}{3}=\frac{833\frac{1}{3}}{5}=170\tfrac{2}{3}=F.$$

Dagegen aber giebt das Verhältnifs 16:27 nach derselben

Theorie $\bar{a}=864$ und den Combinationston $=\frac{512}{16}=\frac{864}{27}$ $=32=\underline{\underline{C}}$, und das Verhältniſs 161 : 270 liefert $\bar{a}=858{,}6$ und den Combinationston $=3{,}2$. Die Einfachheit der Natur und ihrer Gesetze gestattet nicht, daſs solche Sprünge aus einer sonst kaum merklichen Veränderung hervorgehen, und dieſs spricht daher desto zuverlässiger gegen die allgemeine Zulässigkeit dieser Theorie, als die Erfahrung unzweifelhaft beweist, daſs die Töne $\bar{c}$ und $\bar{a}$ den Combinationston f hervorbringen, wie leicht zu hören, aber aus dieser Theorie nicht zu beweisen ist. Zwar wird behauptet, daſs das verwickeltere Verhältniſs 161 : 270 in ähnlichen Fällen wie dieser nicht anwendbar sey, sondern daſs statt dessen das einfachere, wenn gleich approximative, z. B. 3 : 5, oder 31 : 52, oder 65 : 109, genommen werden müsse, welche durch Kettenbrüche zu findende Verhältnisse (Siehe Weber in Poggend. Ann. Bd. XV (91) S. 219) respective die Combinationstöne oder Schlägezahl: 170,7 (171,7), 16,5 und 7,9 geben. Hinge es demnach von unserem Gutdünken ab, welchen Werth wir zu nehmen hätten? Gewiſs wäre dieſs nicht naturgemäſs. Alle diese Schwierigkeiten verschwinden aber, wenn wir die Sache auf folgende sehr einfache Weise betrachten.

Es seyen, wie vorhin, r und s die Oscillationsmengen der gleichzeitig angestimmten Töne, und x die Oscillationsanzahl des zugehörigen Combinationstons, so erhellt leicht, daſs in derselben Zeit $\frac{1}{x}$, in der eine einzige Oscillation dieses Combinationstons vollbracht wird, die tönenden Körper respective $\frac{r}{x}$ und $\frac{s}{x}$ Oscillationen machen. Diese aber, wenn aus ihrem Zusammenklingen eine einzige Pulsation hervorgehen soll, müssen nothwen-

digerweise in solchem Verhältnifs stehen, dafs die Zahl $\frac{s}{x}$ um eine Einheit die Zahl $\frac{r}{x}$ übertrifft, so dafs für die Zeit $\frac{1}{x}$ ist: $\frac{s}{x} = \frac{r}{x} + 1$, wodurch man für eine Secunde hat $x = s - r$. Sobald also die zugleich erklingenden Töne r und s mit ihren Combinationszahlen gegeben sind, ist es sehr leicht ihren Oscillationston $s - r$ aufzufinden, welcher indefs nur als der vorzüglichste oder erste unter mehreren ähnlichen betrachtet werden mufs. Auf ähnliche Weise bringt nämlich der bereits erzeugte Oscillationston mit dem gleichzeitig erklingenden Ton r einen zweiten Oscillationston hervor, dieser mit s einen dritten, und mit dem ersten einen vierten und so fort, welche Töne indefs nicht immer von solcher Stärke sind, dafs sie in Wirklichkeit alle gehört werden könnten. Aus dieser Theorie ist daher leicht ersichtlich, dafs man für die Combinationstöne folgendes Schema haben müsse:

Ursprüngliche Töne.	Combinationstöne.
r, s	$s - r$ erster
$s - r, r$	$2r - s$ zweiter
$2r - s, s$	$2(s - r)$ dritter
$2r - s, s - r$	$3r - 2s$ vierter
u. s. w.	u. s. w.

Hieraus erhellt, dafs der Combinationston nicht immer und nothwendig tiefer sey, als die ursprünglichen Töne r und s, von deren Verhältnifs seine Tonhöhe abhängt. Diefs Verhältnifs bestimmt auch die Zahl der Combinationstöne, die nicht, wie man wohl glauben könnte, unbegränzt, sondern begränzt ist, so dafs für einen gegebenen Fall in Wirklichkeit nicht mehr als einer, oder zwei, oder drei u. s. w. solcher Töne erzeugt werden.

So

So z. B. haben

die gleichzeitig angestimmten Töne	nicht mehr Combinationstöne als:
$\bar{c}$, $\bar{g}$	einen
$\bar{e}$, $\bar{h}$	
$\bar{d}$, $\bar{g}$	zwei
$\bar{c}$, $\bar{f}$	
$\bar{c}$, $\bar{e}$	drei
$\bar{d}$, $\bar{f}$#	
$\bar{d}$, $\bar{h}$	
$\bar{e}$, $\bar{g}$	vier
u. s. w.	u. s. w.

Diese Theorie ist so einfach, dafs sie dadurch fast verdächtig wird. Bevor ich ihr daher volles Zutrauen schenkte, habe ich sie der strengen Probe des Experimentes unterworfen.

Zur Beobachtung der Schläge der Töne bediente ich mich der vortrefflichen Orgel, in der, leider späterhin durch die Feuersbrunst zerstörten Hauptkirche von Åbo, und zwar wählte ich diejenige Octave, welche mit $\underline{C}$ (dem 16füfsigen C) anfängt, und die sogenannten Contratöne enthält. Aus ihr liefs ich je zwei an einander liegende Töne zugleich anstimmen, welche sämmtlich sehr deutlich vernehmbare Schläge lieferten. Zum Zählen der Schläge wandte ich eine Tertienuhr an, und mit derselben beobachtete ich die Zeit von zehn entweder einfachen oder doppelten Schlägen, je nachdem es für die Beobachtung bequemer war.

Die Resultate sind in folgender Tafel enthalten. Es bedeutet darin ε den wahrscheinlichen Fehler jeder einzelnen Beobachtung, (ε) den des Mittelwerths aus ihnen, und $[\varepsilon]$ den in der Zahl der Schläge.

Angestimmte Töne.	Zeit v. 10 einf. Schläg.	Zahl der einfachen Schläge in 1″.
C, C#	2″55‴	3,35
	56	[ε] =0,02
	66	
	56	
	57	
	58	
	66	
	57	
	64	
	56	

Mittel =2″59‴,1
ε =2‴,974
(ε) =0‴,940

Angestimmte Töne.	Zeit v. 10 einf. Schläg.	Zahl der einfachen Schläge in 1″.
C#, D	2″14‴	4,49
	16	[ε] =0,01
	12	
	13	
	13	
	10	
	14	
	15	
	11	
	17	

Mittel =2″13‴,5
ε =1‴,466
(ε) =0‴,464

Angestimmte Töne.	Zeit v. 10 dpp. Schläg.	Zahl der einfachen Schläge in 1″.
D, D#	4″55‴	4,08
	61	[ε] =0,01
	46	
	53	
	59	
	55	
	52	
	57	
	54	
	55	

Mittel =4″54‴,7
ε =2‴,753
(ε) =0‴,871

Angestimmte Töne.	Zeit v. 10 einf. Schläg.	Zahl der einfachen Schläge in 1″.
D#, E	2″ 0‴	4,95
	1 59	[ε] =0,01
	1 57	
	1 58	
	2 2	
	2	
	2	
	7	
	4	
	1	

Mittel =2″1‴,2
ε =1‴,980
(ε) =0‴,626

Angestimmte Töne.	Zeit v. 10 einf. Schläg.	Zahl der einfachen Schläge in 1″.
E, F	1″55	5,20
	56	[ε] = 0,01
	53	
	52	
	55	
	58	
	58	
	56	
	56	
	54	

Mittel = 1″55‴,3
ε = 1‴,313
(ε) = 0‴,415

Angestimmte Töne.	Zeit v. 10 einf. Schläg.	Zahl der einfachen Schläge in 1″.
F, F#	3″63‴	5,04
	51	[ε] = 0,03
	50	
	62	
	62	
	57	
	57	
	66	
	53	
	59	

Mittel = 3″58‴,0
ε = 3‴,640
(ε) = 1‴,151

Angestimmte Töne.	Zeit v. 10 dpp. Schläg.	Zahl der einfachen Schläge in 1″.
F#, G	2 66‴	6,78
	60	[ε] = 0,04
	63	
	52	
	52	
	58	
	52	
	53	
	56	
	59	

Mittel = 2″57‴,1
ε = 3‴,357
(ε) = 1‴,061

Angestimmte Töne.	Zeit v 10 dpp. Schläg.	Zahl von doppelten Schlägen in 1″.
G, G#	4″ 4‴	4,92
	5	[ε] = 0,01
	6	
	4	
	3	
	6	
	4	
	5	
	0	
	4	

Mittel = 4″4‴,1
ε = 1‴,166
(ε) = 0‴,369

Angestimmte Töne.	Zeit v. 10 dpp. Schläg.	Zahl der einfachen Schläge in 1".
G♯, A	3" 12'''	6,14
	11	[ε] = 0,03
	11	
	14	
	19	
	11	
	17	
	21	
	20	
	19	

Mittel = 3" 15''',5
ε = 2''',776
(ε) = 0''',878

Angestimmte Töne.	Zeit v. 10 dpp. Schläg.	Zahl der einfachen Schläge in 1".
A, B	2" 63'''	6,71
	56	[ε] = 0,04
	54	
	55	
	61	
	52	
	50	
	61	
	59	
	64	
	61	
	63	
	66	

Mittel = 2" 58''',8
ε = 3''',359
(ε) = 0''',932

Angestimmte Töne.	Zeit v. 10 dpp. Schläg.	Zahl der einfachen Schläge in 1".
B, H	2" 60'''	6,75
	52	[ε] = 0,04
	52	
	55	
	61	
	57	
	52	
	63	
	60	
	65	

Mittel = 2" 57''',7
ε = 3''',243
(ε) = 1''',025

Angestimmte Töne.	Zeit v. 10 dpp. Schläg.	Zahl der einfachen Schläge in 1".
H, C	2" 2'''	8,79
	23	[ε] = 0,09
	11	
	16	
	19	
	17	
	14	
	24	
	21	
	18	

Mittel = 2" 16''',5
ε = 4''',351
(ε) = 1''',375

Angestimmte Töne.	Zeit von 10 doppelten Schlägen.	Zahl der einfachen Schläge in 1″.
C, H	2″25‴	8,26
	29	[ε] = 0,04
	26	
	23	
	26	
	20	
	28	
	31	
	21	
	29	
	22	
	24	
Mittel	2″25‴,3	
	ε = 2‴,343	
	(ε) = 0‴,676	

Um diese Beobachtungen zu vorliegendem Zweck richtig gebrauchen zu können, ist es nöthig, die absolute Zahl der Oscillationen eines jeden Tons zu kennen. Wie bekannt setzt Euler diese Zahl für das 32füſsige C, d. h. für C = 32, wonach sie also für den von uns angewandten Ton C = 64 wäre. Sachkundige wissen indeſs, daſs diese Bestimmung nicht leicht mit Genauigkeit zu bewerkstelligen ist, und daſs daher die Ergebnisse derselben nur als angenäherte zu betrachten sind. Für nicht hinlänglich genau halte ich daher auch den Werth C = 70, welchen mir das Tonometer von Chladni (Akustik, S. 35) lieferte, um so mehr, als derjenige, welchen ich durch das folgende Verfahren ermittelte, der genaueste von allen zu seyn scheint, und zugleich die hier aufgestellte Theorie bestätigt. Wenn nämlich die Zahl der Schläge, welche die zugleich angestimmten Töne hervorbringen, gleich ist der Differenz zwischen den Oscillationszahlen dieser Töne, so wird die Summe aller Schläge in der ganzen Octave von C bis C gleich seyn dem Unterschiede der Oscilla-

tionszahlen $\underline{C}$ — C, woraus, wenn nur die Töne $\underline{C}$ und C richtig gestimmt sind, welche Bedingung sich unter allen am genausten erfüllen läfst, hervorgeht, dafs C — $\underline{C}$ $= \frac{1}{2}$ C $=$ $\underline{C}$ $=$ Summe aller Schläge. Auf diese Weise liefern die angeführten Versuche den Werth $\underline{C} = 67,2$, welcher zwischen den genäherten Werthen 64 und 70, deren vorhin erwähnt wurde, das Mittel hält, und auch mit der Bemerkung der Musiker übereinstimmt, dafs gewöhnlich die Kirchentöne respective höher seyen, als die eines jeden anderen musicalischen Instruments. Nach demselben Grundsatz läfst sich ferner nicht blofs die Oscillationszahl eines jeden Tons durch Addition der aus der Zahl der Schläge bestimmten Differenz zu der Oscillationszahl des vorhergehenden Tons bestimmen, sondern auch das Verhältnifs der Töne, d. h. die musicalische Temperatur der angewandten Orgel.

Bekanntlich sind im Laufe der Zeit verschiedene musicalische Temperaturen vorgeschlagen; unter diesen sagt diejenige, welche man Kirnbergern verdankt, meinen nicht ungeübten Ohren am meisten zu, wiewohl sie Vielen, vielleicht mehr aus theoretischen als aus practischen Gründen, nicht gefällt (Chladni, Akustik, S. 55). Da ich beim Experimentiren die von mir angewandte Orgel ganz gut gestimmt fand, so habe ich geglaubt, dafs sie am besten auf die Kirnbergische Temperatur zu beziehen wäre, und am nächsten mit ihr übereinkäme. Ich habe es daher für nützlich erachtet, diese Temperatur bei dem Vergleiche der Beobachtungen mit der angenommenen Theorie für das Folgende zum Grunde zu legen. So ist denn die nachstehende Tafel entstanden.



Zur Seite 451 gehörig.

Töne.	I. Zahl der Schläge beobachtet.	II. Zahl der Oscillationen nach der Theorie.	III Temperatur der Orgel.	X. [illegible]e nach Kirnbergers [illegible]roximativ bestimmt.
C		67,20	1,000	
C#	3,35	70,55	1,050	[illegible]4 ($\frac{20}{19}$); 1,20 ($\frac{59}{56}$).
D	4,49	75,04	1,117	[illegible]2 ($\frac{16}{15}$); 1,61 ($\frac{47}{44}$).
D#	4,08	79,12	1,177	[illegible]8 ($\frac{20}{19}$); 1,35 ($\frac{59}{56}$).
E	4,95	84,07	1,251	[illegible]5 ($\frac{58}{55}$).
F	5,20	89,27	1,328	
F#	5,04	94,31	1,403	[illegible]3 ($\frac{58}{55}$).
G	6,78	101,09	1,504	
G#	4,92	106,01	1,578	[illegible]4 ($\frac{20}{19}$); 1,20 ($\frac{59}{56}$).
A	6,14	112.15	1,669	[illegible]6 ($\frac{52}{49}$).
B	6,71	118,86	1,769	[illegible]3 ($\frac{18}{17}$); 3,41 ($\frac{35}{33}$).
H	6,75	125,61	1,869	[illegible]6 ($\frac{58}{55}$).
C	8,79	134,40	2,000	

Summa =67,20
= C.

In dieser enthält Kolumne I die Zahl der beobachteten Schläge und deren Summe, d. h. den Werth oder die Oscillationszahl des Tones C, welche, wie Kolumne II zeigt, durch Addition der respectiven Schlägezahl die Werthe der übrigen Töne liefert. So ist nämlich C♯ =67,20+3,35=70,55; D=70,55+4,49=75,04 u. s. w. Die in der Kolumne III berechnete Temperatur der Orgel entsteht dadurch, dafs man successiv eine jede Oscillationszahl durch die Oscillationszahl des Tons C dividirt. Des Vergleiches halber sind in Kolumne IV dieselben Werthe nach der Kirnberger'schen Temperatur aufgeführt, und in Kolumne V die sich daraus mit dem aufgefundenen Werth C=67,20 ergebenden Oscillationszahlen. Die Werthe der Columne VII zeigen, wie nahe die aufgefundene Temperatur der Orgel mit der Kirnberger'schen Temperatur übereinstimmt, gewifs viel genauer, als dafs mit den Ohren, selbst den geübtesten, ein Unterschied wahrgenommen werden könnte, was schon zur Bestätigung der angeführten Theorie von nicht geringer Bedeutung ist. Die Werthe der Kolumne VI sind nach der neuen Theorie berechnet, nämlich durch Subtraction eines jeden Werthes der Kolumne V von dem ihm zunächstfolgenden. Der Vergleich der so berechneten Schläge mit den beobachteten Schlägen in Kolumne I, welcher in Kolumne VIII enthalten ist, zeigt die Uebereinstimmung der Theorie mit der Erfahrung. Wahr ist's freilich, dafs die Unterschiede in Kolumne VIII viel gröfser sind, als die vorhin bestimmten wahrscheinlichen Fehler der Werthe in Kolumne I; allein diefs ist nicht der empirischen oder theoretischen Bestimmung der Zahl der Schläge zuzuschreiben, sondern vielmehr einer geringen Differenz zwischen der Temperatur der Orgel und der vorausgesetzten Kirnberger'schen. Es ist nämlich zu bemerken, dafs wir eine kleine Abweichung von der genauen Stimmung, welche wir dem Instrumente geben wollen, nicht

mit unseren Ohren wahrnehmen können, dafs dieselbe aber in der Zahl der Schläge, wie es hier der Fall ist, eine leicht bemerkbare Veränderung hervorbringt, wenn auch die Differenz zwischen den in Kolumne II und V bestimmten Oscillationen kaum bis zur Hälfte der Einheit steigt. Ich wüfste fürwahr auch, aufser jener der Schläge, keine Methode, wodurch eine solche Uebereinstimmung erreicht oder entdeckt werden könnte.

Der weiteren Erläuterung halber habe ich die Kolumnen IX und X hinzugefügt. Erstere enthält die Zahl der Schläge, nach der alten und gewöhnlichen Methode aus den Kirnberger'schen Werthen der Oscillationen berechnet, und die letztere dieselbe Bestimmung, wie sie sich ergiebt, wenn man, nach der Bemerkung des Prof. Weber (Poggendorff's Annalen, Bd. XV (91) S. 219), die verwickelteren Tonverhältnisse mit Hülfe der Kettenbrüche auf genäherte einfachere zurückführt. So z. B. haben wir für das Verhältnifs C♯ zu C:

$$\frac{256}{243}=1+\frac{1}{18+\frac{1}{1+\frac{1}{\;+\frac{1}{4}}}}$$

die genäherten Werthe:

$$\frac{19}{18},\ \frac{20}{19} \text{ und } \frac{59}{56},$$

wonach die Zahl der Schläge:

für den Werth $\frac{19}{18}=\frac{67,2}{18}=\frac{70,8}{19}=3,73;$

$\frac{20}{19}=\frac{67,2}{19}=\frac{70,8}{20}=3,54;$

$\frac{59}{56}=\frac{67,2}{59}=\frac{70,8}{56}=1,20,$

was in der Tafel folgendermafsen ausgedrückt ist:

3,73 ($\frac{19}{18}$); 3,54 ($\frac{20}{19}$); 1,20 ($\frac{59}{56}$),

und eben so auch für die übrigen Angaben zu verstehen ist.

Hieraus erhellt, dafs gleichwie das wahre Verhältnifs der zugleich angestimmten Töne zwischen zwei einander folgenden angenäherten Werthen liegt, eben so auch der wahre Werth der Schlägezahl zwischen zwei so gefundenen angenäherten enthalten ist. Es findet jedoch hiebei die Wechselseitigkeit statt, dafs, je unge-

nauer der Werth der Schlägezahl, das Verhältnifs der Töne, sobald es nur in den kleinsten Zahlen ausgedrückt ist, sich desto mehr dem wahren nähert, was indefs dieser Methode wenig zur Empfehlung dient. Im Allgemeinen ergiebt sich also, dafs die gewöhnliche Methode zur Bestimmung der Schläge häufig nur annähernd sey, die neue directe aber, welche durch den Vergleich mit jener und der Erfahrung aufs Beste bestätigt wird, einfacher und schneller zum Ziele führend.

Ich habe noch Einiges über die Beobachtung der Schläge hinzuzusetzen, welche durch gleichzeitige Anstimmung der Töne $\underline{C}$ und $\underline{H}$ hervorgebracht wurden. Da die Differenz zwischen diesen Tönen, nämlich 125,1 — 67,20 = 58,41 schon grofs ist, so erwartete ich den Combinationston $\underline{\underline{B}}$, d. h. den ersten dieser Verbindung, zu hören. Wegen des Geräusches der beiden combinirten Töne konnte ich diesen nicht hören, wohl aber beobachtete ich statt seiner sehr deutlich 8,26 starke Schläge in der Secunde. Es erzeugt nämlich der erste Combinationston mit dem ursprünglichen Ton $\underline{C}$, den zweiten Combinationston, oder 67,20 — 58,41 = 8,79 Schläge, welche Zahl von der beobachteten nur um $\frac{1}{16}$ abweicht. Nach der alten Methode haben wir dagegen für diesen Fall:

$$\frac{125,61}{67,20} = 1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{6 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{4}}}}}} \text{ u. s. w.}$$

und daraus die approximativen Werthe:

$$2,\ \frac{13}{7},\ \frac{15}{8},\ \frac{16}{9},\ \frac{43}{23} \text{ u. s. w.,}$$

welche, nach der vorhin angewandten Bezeichnung, folgende Combinationstöne oder Schlägezahl liefern:

67,20 $(\frac{2}{1})$; 9,60 $(\frac{13}{7})$; 8,40 $(\frac{15}{8})$; 7,47 $(\frac{16}{9})$; 2,92 $(\frac{43}{23})$ u. s. w.

Der erste berechnete Combinationston ist demnach zwischen dem ersten und zweiten Werth 67,20 und 9,60 enthalten, der zweite berechnete zwischen den zweiten

und dritten Werth 9,60 und 8,40, und der zweite beobachtete zwischen dem dritten und vierten 8,40 und 7,47, was Alles mich überzeugt, dafs diese annähernde Berechnungsmethode, wie schon vorhin gesagt, oft nur zweifelhafte Resultate giebt.

Ich habe nun noch die von mir über wirklich erzeugte Combinationstöne angestellten Beobachtungen aus einander zu setzen, nebst der Rechnung, welche zeigt, wie man diese Töne aus der Theorie herleiten und bestimmen könne. Zur Hervorbringung derselben habe ich mich einer Violine bedient; und die Rechnung nach den Kirnberger'schen Tonverhältnissen angestellt, welche, nebst der absoluten Oscillationszahl eines jeden Tons für die Secunde, ich hier hersetze, da es bequem seyn wird, sie bei der Hand zu haben. Da es aber unnöthig ist, dafs man ein gewisses und gegebenes musicalisches Instrument betrachte, so ist es erlaubt, eine solche Zahlenreihe zu wählen, bei der die Brüche möglichst vermieden werden. Deshalb habe ich, statt des vorhin angewandten Verhältnisses $\underline{C}=67,2$, für zweckmäfsig erachtet mit Chladni, und vielen Anderen, $\underline{C}=64$ oder $\bar{c}=512$, und so die übrigen Töne zu nehmen. Dadurch haben wir:

Töne.	Verhältnifs.	Anzahl d. Oscillat.	Töne.	Verhältnifs.	Anzahl d. Oscillat.
$\bar{c}$	1	512	$\bar{f}$#	45 : 32	720
$\bar{c}$#	256 : 243	539,4	$\bar{g}$	3 : 2	768
$\bar{d}$	9 : 8	576	$\bar{g}$#	128 : 81	809,1
$\bar{d}$#	32 : 27	606,8	$\bar{a}$	270 : 161	858,6
$\bar{e}$	5 : 4	640	$\bar{b}$	16 : 9	910,2
$\bar{f}$	4 ; 3	682,7	$\bar{h}$	15 : 8	960

Die folgende Tafel enthält die Beobachtungen selbst.

Angestimmte Töne.	Combinationstöne beobachtet.	Combinationstöne aus der neuen Theorie abgeleitet.	Combinationstöne nach der alten Theorie.	
$\overline{\overline{c}}$, $\overline{\overline{c}}\#$		— 54,8 $=\underline{\underline{A}}$	56,8	($\frac{19}{18}$); 53,4 ($\frac{20}{19}$); 18,2 ($\frac{59}{56}$).
		1t. C =128		
$\overline{\overline{c}}$, $\overline{\overline{d}}$	$\overline{e}$ =640	2t. $\overline{a}$ +=896	128.	Diese beiden Beobachtungen zeigen, daſs beide Töne a und $\overline{e}$ aus der Combination der Töne c und d entstehen, wenn gleich im ersten Fall nur $\overline{e}$, und im letzteren nur a+ gehört werden kann.
		3t. $\overline{c}$ =256		
		4t. $\overline{e}$ =640		
		1t. $\underline{C}$ =64		
		2t. a +=448		
$\overline{c}$, $\overline{d}$	a +=429,3+	3t. C =128	64.	
		4t. e =320		
$\overline{\overline{c}}$, $\overline{\overline{d}}\#$	$\overline{g}\#$+=809,1+	1t. G —=189,6	205	($\frac{6}{5}$); 93 ($\frac{13}{11}$); 37,8 ($\frac{32}{27}$).
		2t. $\overline{g}\#$+=834,4		

Angestimmte Töne	Combinationstöne beobachtet.	Combinationstöne aus der neuen Theorie abgeleitet.	Combinationstöne nach der alten Theorie.
$\bar{\bar{c}}$, $\bar{\bar{e}}$	1t. $\bar{g}$ =768 2t. $\bar{c}$ =512	1t. c =256 2t. $\bar{g}$ =768 3t. $\bar{c}$ =512	256 $\bar{c}$ wurde schwächer, $\bar{g}$ stärker gehört, gerade umgekehrt, wie ich aus des ersteren Consonanz mit c erwartete.
$\bar{\bar{c}}$, $\bar{\bar{f}}$	$\bar{f}$ =682,7	1t. f =341,4 2t. $\bar{f}$ =682,6	341,4 $\bar{f}$ gut hörbar, f nur sehr schwach, mehr nicht.
$\bar{\bar{c}}$, $\bar{\bar{f}}$#	$\bar{d}$# =606,8	1t. a —=416 2t. $\bar{d}$# =608	512 ($\frac{3}{2}$); 341,4 ($\frac{4}{3}$); 32 ($\frac{45}{32}$). Deutlich $\bar{d}$#.
$\bar{\bar{c}}$, $\bar{\bar{g}}$	- - - - - -	$\bar{c}$ =512	512 nur $\bar{c}$ möglich, nicht leicht von $\bar{\bar{c}}$ unterscheidbar.
$\bar{\bar{c}}$, $\bar{\bar{g}}$#	$\bar{d}$#—=606,8—	$\bar{d}$#-—=594,2	1024 ($\frac{2}{1}$); 512 ($\frac{3}{2}$); 204 ($\frac{8}{5}$); 146 ($\frac{11}{7}$); deutlich $\bar{d}$#—.
$\bar{\bar{c}}$, $\bar{\bar{a}}$	$\bar{f}$ +=682,7+	$\bar{f}$ +=693,2	1024 ($\frac{2}{1}$); 341,4 ($\frac{5}{3}$); 33 ($\frac{52}{31}$); 15,8 ($\frac{109}{65}$). Hinreichend deutlich.
$\bar{\bar{c}}$, $\bar{\bar{b}}$	$\bar{g}$ +=768 +	1t. $\bar{g}$ +=796,4 2t. B =227,6	1024 ($\frac{2}{1}$); 256 ($\frac{7}{4}$); 113,8 ($\frac{16}{9}$). $\bar{g}$ deutlich, wenn gleich wegen des murmelnd. B rauh.

Angestimmte Töne.	Combinationstöne beobachtet.	Combinationstöne aus der neuen Theorie abgeleitet.	Combinationstöne nach der alten Theorie.
		1t. $\overline{a}$ +=896	
		2t. C =128	
$\overline{\overline{c}}$, $\overline{\overline{h}}$	$\overline{g}$ =768	3t. $\overline{\overline{a}}$ +=1792	128. $\overline{g}$ unter dem Geräusch der übrigen unterscheidbar.
		4t. $\overline{g}$ =768	
		1t. G =192	
	1t. g =384	2t. $\overline{g}$ =768	192. Beide unterscheidbar, g etwas stärker, wegen der Consonanz mit G und $\overline{g}$.
$\overline{h}$, $\overline{\overline{d}}$	2t. $\overline{d}$ =576	3t. g =384	
		4t. $\overline{d}$ =576	
		1t. $\overline{\overline{f}}$ —=1344	
		2t. g =384	
$\overline{h}$, $\overline{\overline{\overline{d}}}$	1t. g =384	3t. $\overline{\overline{h}}$ =1920	192. Beide deutlich.
	2t. $\overline{d}$ =576	4t. $\overline{d}$ =576	
		5t. G =192	

Angestimmte Töne.	Combination beobachtet.	Combination aus der neuen Theorie abgeleitet.	Combination nach der alten Theorie.
$\overline{h}$, $\overline{\overline{e}}$	$\overline{e}$ =640	1t. e =320	320. $\overline{e}$ deutlich. Aufser e und $\overline{e}$ keiner da.
		2t. $\overline{e}$ =640	
$\overline{h}$, $\overline{\overline{\overline{e}}}$	1t. $\overline{e}$ =640	1t. $\overline{\overline{g}}$# — =1600	320. Beide $\overline{e}$ und e deutlich, ersterer stärker.
	2t. e =320	2t. $\overline{e}$ =640	
		3t. $\overline{\overline{h}}$ =1920	
		4t. e =320	
$\overline{\overline{c}}$#, $\overline{\overline{e}}$	a +=429,3+	1t. G# =201,2	204,8 ($\frac{6}{5}$); 93,3 ($\frac{13}{11}$); 64 ($\frac{19}{16}$). Hinreichend deutlich ist a+.
		2t. $\overline{a}$ =877,6	
		3t. g# =402,4	
		4t. $\overline{f}$ — =676,4	
		5t. a +=475,2	

Angestimmte Töne.	Combinationstöne beobachtet.	Combinationstöne aus der neuen Theorie abgeleitet.	Combinationstöne nach der alten Theorie.
$\overline{\overline{d}}$, $\overline{\overline{g}}$	1t. g =384 2t. $\overline{g}$ =768	1t. g =384 1t. $\overline{g}$ =768	384. Beide gehört, aufser ihnen keine.
$\overline{\overline{d}}$#, $\overline{\overline{g}}$#	1t. g# =404,6 2t. $\overline{g}$# =809	1t. g# =404,6 2t. $\overline{g}$# =809	404,5. Eben so.
$\overline{\overline{d}}$#, $\overline{\overline{g}}$	d#+=303,4+	d#+=322,4	404,5 ($\frac{4}{3}$); 303,4 ($\frac{5}{4}$); 80,9 ($\frac{19}{15}$). Deutlich.
$\overline{\overline{d}}$, $\overline{\overline{h}}$	1t. $\overline{g}$ =768 2t. g =384	1t. $\overline{g}$ =768 2t. g =384	384. Deutlicher ist: $\overline{g}$.
$\overline{\overline{e}}$, $\overline{\overline{b}}$	$\overline{c}$# 539,4	$\overline{c}$# =540,4	640 ($\frac{3}{2}$); 256 ($\frac{3}{5}$); 181,8 ($\frac{10}{7}$). Deutlich.
$\overline{\overline{e}}$, $\overline{\overline{\overline{c}}}$	1t. $\overline{g}$ =768 2t. $\overline{c}$ =512	1t. $\overline{g}$ =768 2t. $\overline{c}$ =512 3t. $\overline{\overline{g}}$ =1536 4t. c =256	256. Beide deutlich.

Angestimmte Töne.	Combinationstöne beobachtet.		Combinationstöne aus der neuen Theorie abgeleitet.		Combinationstöne nach der alten Theorie.
$\bar{\bar{f}}\#$, $\bar{\bar{a}}$	1t. d	=288	1t. d	— =277,2	273,8 ($\frac{6}{5}$); 52,5 ($\frac{81}{26}$); 8,4 ($\frac{192}{161}$). Beide gehört, d stärker, ohne Zweifel wegen seiner Consonanz mit $\bar{d}$ und $\bar{\bar{d}}$.
	2t. $\bar{a}$	+ =858,6+	2t. $\bar{\bar{d}}$	=1162,8	
			3t. $\bar{d}$	— =554,4	
			4t. $\bar{a}$	+ =885,6	
$\bar{\bar{f}}\#$, $\bar{\bar{d}}$	1t. $\bar{a}$	=858,6	1t. $\bar{a}$	+ =864	288. Beide gehört.
	2t. $\bar{d}$	=576	2t. $\bar{d}$	=576	
			3t. $\bar{\bar{a}}$	+ =1728	
			4t. d	=288	
$\bar{\bar{f}}\#$, $\bar{\bar{h}}$	1t. h	=480	1t. h	=480	480. Deutlich hörbar, sonst keine mehr.
	2t. $\bar{h}$	=960	2t. $\bar{h}$	=960	

An-

Angestimmte Töne.	Combinationstöne beobachtet.	Combinationstöne aus der neuen Theorie abgeleitet.	Combinationstöne nach der alten Theorie.
$\overline{g}$#, $\overline{\overline{h}}$	$\overline{d}$# =606,8	1t. d# = 301,8 2t. $\overline{\overline{e}}$ +=1316,4 3t. $\overline{d}$# = 603,6	647,3 ($\frac{6}{5}$); 294,2 ($\frac{13}{11}$); 202,3 ($\frac{19}{16}$); 54,8 ($\frac{70}{59}$).
$\overline{h}$, $\overline{\overline{g}}$	$\overline{d}$ =576 g =384	1t. $\overline{d}$ = 574 2t. g = 384 3t. $\overline{\overline{d}}$ =1152 4t. G = 192	192. Deutlicher $\overline{a}$, doch g nicht ungewiſs.
$\overline{b}$, $\overline{\overline{g}}$	$\overline{d}$#+=606,8+	$\overline{d}$#+= 625,8	768 ($\frac{2}{1}$); 307 ($\frac{5}{3}$); 57 ($\frac{27}{16}$). Weder $\overline{g}$=768, noch d#=307, noch $\underline{\underline{B}}$=57 hörbar, sondern sehr deutlich $\overline{d}$#+.

Aus der Betrachtung dieser Tafel ergiebt sich im Allgemeinen, dafs die neue Theorie auch hier auf's Beste von der Erfahrung bestätigt wird, die alte aber keineswegs hinreicht, alle beobachtete Variationen zu erklären. Insbesondere zeigen einige Beobachtungen, dafs der erste Combinationston der neuen Theorie mit dem, welchen die alte liefert, übereinkommt, sobald das Tonverhältnifs durch die ersten neun natürlichen Zahlen ausgedrückt wird, und der Zähler und Nenner dieses Bruchs nur um eine Einheit von einander abweichen. Da nämlich für gegebene absolute Oscillationszahlen r und s, wenn deren auf die kleinste Zahlen gebrachtes Verhältnifs m : n ist, seyn mufs $s - r = \frac{s}{m}$ und zugleich ist $ns = mr$, so hat man $ms - mr = ms - ns = s$ und $m - n = 1$ oder $n = m - 1$. Gleichergestalt kommt der Combinationston der alten Theorie mit dem zweiten Combinationston der neuen überein, sobald man hat $\pm(2r - s) = \frac{s}{m}$, woraus $2n = m \pm 1$, und so für die übrigen.

So oft aber zwischen den zugleich angestimmten Tönen ein verwickelteres Verhältnifs stattfindet, kann die alte Theorie den Combinationston nur approximativ, zwischen oft weiten Gränzen, bestimmen. Die in obiger Tafel mittelst Kettenbrüche berechneten Beispiele, die in der letzten Kolumne nach der vorhin erklärten Bezeichnung angegeben sind, liefern davon die näheren Beweise. Zugleich erhellt, dafs nicht nothwendigerweise deshalb zwei oder mehrere Combinationstöne gehört zu werden brauchen, weil das Verhältnifs der angestimmten Töne durch eine approximative Reihe ausgedrückt wird. Das Gegentheil davon ergiebt sich einerseits aus dem einfachen Verhältnifs der Töne $\overline{\overline{c}}$ und $\overline{\overline{c}}$, a, $\overline{h}$ und $\overline{\overline{d}}$, $\overline{h}$ und $\overline{\overline{\overline{d}}}$, $\overline{h}$ und $\overline{\overline{\overline{e}}}$ u. s. w., welche zwei Combinationstöne hervorbringen, andererseits aber aus den verwickelteren Tonverhältnis-

sen $\bar{\bar{c}}$ und $\bar{\bar{d}}\sharp$, $\bar{\bar{c}}$ und $\bar{\bar{f}}\sharp$, $\bar{\bar{c}}\sharp$ und $\bar{\bar{e}}$ u. s. w., welche nur einen solchen Ton liefern. Wie viele Combinationstöne entstehen können, hängt von jenem Tonverhältnifs ab. Vielfältig bestätigte die Erfahrung zu Gunsten der Theorie die sonderbare, und mir wenigstens unerwartet gekommene Erscheinung von abgeleiteten oder secundären Combinationstönen, welche von den primären oder vorangehenden, selbst wenn diese auch mit der gröfsten Aufmerksamkeit nicht hörbar sind, hervorgebracht werden. So z. B. ist bei den Combinationen $\bar{c}$ und $\bar{d}$, $\bar{\bar{c}}$ $\bar{\bar{d}}\sharp$, $\bar{\bar{c}}$ und $\bar{\bar{f}}$, $\bar{\bar{c}}$ und $\bar{\bar{f}}\sharp$, $\bar{h}$ und $\bar{\bar{e}}$, wenigstens für meine Obren nur der *zweite* Combinationston hörbar, bei der Combination $\bar{\bar{g}}\sharp$ und $\bar{\bar{h}}$ nur der *dritte*, bei den von $\bar{\bar{c}}$ und $\bar{\bar{d}}$, $\bar{\bar{c}}$ und $\bar{\bar{h}}$ nur der *vierte*, bei der $\bar{h}$ und $\bar{\bar{d}}$ der *dritte* und *vierte*, bei der $\bar{\bar{c}}\sharp$ und $\bar{\bar{e}}$ der *fünfte* u. s. w. Unsere Fähigkeit dieselben zu beobachten, scheint von ihrer gegenseitigen Tonhöhe und von ihrem Verhältnifs zu den ursprünglich angestimmten abzuhängen, indem wir nämlich die tieferen wegen ihrer Rauheit nicht leicht unterscheiden können, die höheren aber mit den ursprünglich angestimmten stärker ertönenden verwechseln. Dazu kommt noch, dafs wir die harmonisch consonirenden Töne leichter von einander unterscheiden, die dissonirenden aber, vor Allem wenn ihrer mehrere zugleich ertönen, unter dem von ihnen hervorgebrachten Wirwarr einzelne nicht mehr zu erkennen vermögen, wovon die vorhin erwähnte Combination $\bar{\bar{c}}\sharp$ und $\bar{\bar{e}}$ ein Beispiel liefert. Indefs folgt daraus nicht, dafs wir blofs consonirende Combinationstöne wahrzunehmen vermögen, wie Young zu glauben scheint, der, mit seinen Landsleuten, diese Töne *harmonische* nennt; vielmehr sind auch oft äufserst dissonirende zu hören, wie z. B. $\bar{e}$ mit $\bar{\bar{c}}$ und $\bar{\bar{d}}$, a mit $\bar{c}$ und $\bar{d}$, g mit $\bar{\bar{c}}$ und $\bar{\bar{h}}$ u. s. w.

Finden die Physiker, dafs die hier vorgetragene Theorie, welche ich bescheiden ihrem strengen Urtheile unterwerfe, richtig und naturgemäfs sey, so ist leicht ersichtlich, dafs sich in Betreff dessen, was W. Weber in Poggendorff's Annalen, Bd. XV (91) S. 216, über die Tartinischen oder Combinationstöne bekannt gemacht hat, einige Bemerkungen von selbst aufdringen. Jener Physiker spricht zunächst von dem Grunde, durch welchen es möglich wird, zwei Combinationstöne zugleich zu hören, und meint, dieser liege darin, dafs es für die gleichzeitig angestimmten Töne zwei genäherte Verhältnisse gebe, welche beide zur Bestimmung des Combinationstons dienen können.

Diese Erklärungsweise ist aber, meines Erachtens, nicht ohne weitere Prüfung annehmbar, um so mehr als ihr die Erfahrung zu widersprechen scheint. Es würde nämlich unzweifelhaft daraus folgen, dafs Töne, deren Verhältnifs ganz bestimmt und hinreichend einfach wäre, der Annäherung also nicht bedürfte, nicht mehr als einen einzigen Combinationston geben könnte, was indefs gegen die Erfahrung ist.

So z. B. geben die Töne $\bar{\bar{c}}$ und $\bar{\bar{e}}$, deren Verhältnifs hinreichend genau durch das sehr einfache 4:5 ausgedrückt werden kann, dennoch zwei Combinationstöne, nämlich c und $\bar{g}$, von denen der erstere, welcher bisher als der alleinige und ächte betrachtet worden ist, nur schwach gehört wird, der letztere aber, obgleich er nur der secundäre ist, so stark und deutlich, dafs in Betreff seiner kein Zweifel stattfinden kann. Mehrere solcher Beispiele finden sich in dem Vorhergehenden.

Ferner ist nicht leicht ersichtlich, wie es die approximative Methode, wie überhaupt die alte Theorie erklären will, dafs man weit höhere Töne wahrnimmt, als gemeiniglich aus jener abgeleitet werden: so z. B. erstlich: aus der Combination von $\bar{\bar{c}}$ und $\bar{\bar{d}}$ den Ton $\bar{e}$, des-

sen Oscillationszahl fünf Mal gröfser ist als die des Tons C=128, des einzigen, der sich aus der alten Theorie ableiten läfst; zweitens: aus der Combination von $\overline{\overline{c}}$ und $\overline{\overline{d}}\#$ den Ton $\overline{g}\#+=834$, welcher mehr als vier Mal höher ist als der, welchen man aus dem angenäherten Verhältnifs jener Töne herleiten kann. So verhält es sich in vielen Fällen, welche alle darauf hinweisen, dafs die alte Theorie nicht so unzweifelhaft und vollständig ist, wie man bisher geglaubt hat.

Wie mir scheint ist man daher auch nicht berechtigt den Baron Blein blofs deshalb, weil seine Beobachtungen nicht mit der alten Theorie übereinstimmen, der Unkenntnifs der wahren Theorie und eines fehlerhaften Beobachtens zu beschuldigen; im Gegentheil stimmen seine Versuche so innig mit der hier vorgetragenen Theorie, dafs man glauben möchte, er habe das, was er für Erfahrung ausgiebt, durch Rechnung aus dieser Theorie abgeleitet. Da es Niemanden ohne gewichtige Ursache zukommt, das Zutrauen zu den Aussagen eines Anderen zu schwächen, so kann ich nicht umhin, seine Beobachtungen für richtig zu halten, zumal sie zur vollendeten Bestätigung meiner schon vor zwölf Jahren entworfenen Theorie von grofsem Werthe sind. Es ist in der Tafel des Baron Blein eine gewisse Versetzung vorhanden, welche darthut, dafs derselbe, ohne von einer theoretischen Ansicht geleitet zu werden, nur die Ergebnisse der Erfahrung niederschrieb, gleichgültig, welchen der gehörten Töne er den ersten oder zweiten nannte, oder, falls er er eine Theorie zu Rathe zog, dafs er einer Betrachtungsweise gefolgt ist, die von meiner etwas abweicht. Diefs erhellt aus folgendem Vergleich, in welchem Kürze halber die Töne nur durch die Anzahl ihrer Oscillationen aufgeführt sind.

Ton c=256 gleichzeitig angestimmt mit:	Daraus entstehender Combinationston nach Blein' Versuchen		nach der Theorie	
	erster.	zweiter.	erster.	zweiter.
256	256	- -	- -	256
$266\frac{2}{3}$	$245\frac{1}{3}$	- -	- -	$245\frac{1}{3}$
$271\frac{1}{15}$	$238\frac{14}{15}$	- -	- -	$240\frac{14}{15}$
$284\frac{3}{5}$	$227\frac{5}{9}$	- -	- -	$227\frac{2}{5}$
288	224	- -	- -	224
300	212	44	44	212
$307\frac{1}{5}$	$204\frac{4}{5}$	- -	- -	$204\frac{4}{5}$
320	192	- -	- -	192
$341\frac{1}{3}$	$170\frac{2}{3}$	- -	- -	$170\frac{2}{3}$
$355\frac{5}{9}$	$156\frac{4}{9}$	$99\frac{5}{9}$	$99\frac{5}{9}$	$156\frac{4}{9}$
362	150	106	106	150
$368\frac{16}{25}$	$143\frac{9}{25}$	$112\frac{16}{25}$	$112\frac{16}{25}$	$143\frac{9}{25}$
384	128	- -	128	- -
400	144	- -	144	- -
$409\frac{3}{5}$	$153\frac{3}{5}$	- -	$153\frac{3}{5}$	- -
$426\frac{2}{3}$	$170\frac{2}{3}$	- -	$170\frac{2}{3}$	- -
$455\frac{1}{9}$	$199\frac{1}{9}$	- -	$199\frac{1}{9}$	- -
$460\frac{4}{5}$	$204\frac{4}{5}$	- -	$204\frac{4}{5}$	- -
$491\frac{13}{25}$	$235\frac{13}{25}$	- -	$235\frac{13}{25}$	- -
512	256	- -	256	- -

III. *Ueber das sogenannte Trevelyan-Instrument; von G. W. Muncke.*

Ein gewisser Liebhaber der Naturwissenschaften, Mr. Trevelyan aus Wallington in Northumberland, hat während seines Aufenthalts in Edinburg ein Instrument erfunden, welches aus Kupfer oder Messing in Gestalt des Schlägers, dessen die Engländer sich beim Cricket-Ballspiele bedienen, gegossen wird, und das interessante Phänomen zeigt, dafs es, über den Siedepunkt des Wassers erhitzt, in tönende Schwingungen geräth. Der Versuch mit diesem Trevelyan-Instrument geräth ohne Schwierigkeit, und das Tönen dauert nach Belieben fort, so lange

der Apparat nicht unter die erforderliche Temperatur herabsinkt. Vor fast einem Jahre erhielt ich die erste Nachricht von diesem Instrumente durch Professor Galbraith in Edinburg, und schon im Anfange des Juni hatte ich das Vergnügen ein Exemplar desselben zu besitzen, welches mir der Erfinder selbst zum Geschenk machte. Die Sache interessirt mich in mehrfacher Hinsicht sehr, weil sie nach meiner Ansicht zu wichtigen Folgerungen führt, und namentlich mit der Erklärung des Leidenfrost'schen Versuches in Verbindung steht, um so mehr aber wundere ich mich, in keiner der englischen Zeitschriften bis jetzt eine Nachricht darüber gefunden zu haben. Capitän Kater, welcher mich im vergangenen August besuchte, hatte blofs im Allgemeinen davon gehört, lernte aber den Versuch selbst erst bei mir kennen; doch weifs ich aufserdem, dafs Faraday in einer Versammlung der Royal Society das Experiment vorgezeigt hat.

Da es mir bei der nothwendig gewordenen raschen Fortsetzung des physikalischen Wörterbuches durchaus an Zeit fehlt, mich in eine weitere Untersuchung dieses Gegenstandes einzulassen, eine Beschreibung des Instrumentes aber leicht Undeutlichkeiten zurückläfst, und daher vergebliche Versuche veranlassen könnte, so erlaube ich mir, den Liebhabern der Physik die Nachricht mitzutheilen, dafs der hiesige Mechanicus W. Schmid das Instrument genau so, wie das in meinem Besitze befindliche Original, nachgemacht hat, und gegen portofreie Einsendung von einem Ducaten sogleich nach der Bestellung nebst einer kurzen Beschreibung seines Gebrauches absendet. Die genaue Beibehaltung der ursprünglichen Dimensionen und der Metallmischung ist zwar, wie ich mich bereits überzeugt habe, keineswegs nothwendig, allein es scheint mir doch besser, bei den weiteren Untersuchungen hiervon auszugehen.

Heidelberg, den 20. Febr. 1832.

Zusatz. Wiewohl Hr. Trevelyan selbst noch nichts über die erwähnte Tonerregung in englischen Zeitschriften bekannt gemacht zu haben scheint, so finden sich doch in diesen einige Nachrichten, welche, als Ergänzung der obigen Notiz, hier wohl der Erwähnung verdienen.

Zunächst enthält das *Edinb. Journ. of Science, N. S. No. XI p.* 141, folgenden kurzen, wahrscheinlich von dem Herausgeber dieser Zeitschrift geschriebenen Aufsatz.

Vor etwa einem Jahre gab Hr. Arthur Trevelyan der K. Gesellschaft zu Edinburg eine Nachricht von Tönen, welche er, in Begleitung von Schwingungen, beim Erkalten mehrerer, auf Blei gelegter Metalle beobachtet hatte. Diese Thatsache war Hrn. Trevelyan bereits seit dem Februar 1829 bekannt; allein er hatte bis zu dieser Mittheilung über den Gegenstand weder etwas bekannt gemacht, noch denselben näher untersucht. Späterhin theilte er seine Versuche Hrn. Faraday mit, und dieser hielt darüber vor etwa sechs Monaten eine Vorlesung in der Royal Institution. Aufser einem Berichte von dieser Vorlesung und einigen von Prof. Leslie angestellten Versuchen ist Nichts weiter bekannt geworden.

Der Gegenstand ist indefs interessant genug, um zu ferneren Untersuchungen anzuregen, und daher theilen wir die Erscheinung mit, wie Hr. Trevelyan sie beobachtet hat, dessen Versuche sich auch nicht weiter als bis zur Feststellung derselben erstreckt zu haben scheinen.

Wenn ein Stab von Eisen oder Kupfer, wie *A*, Fig. 12 Taf. V, der unten einen flachen Rücken, mit schräg weggeschnittener Fläche an beiden Seiten, besitzt, nach mäfsiger Erhitzung auf eine Bleimasse *B* gelegt, und, wie aus der Figur zu ersehen, geneigt wird, so geräth er augenblicklich in Schwingungen senkrecht gegen seine Axe, wobei er sich abwechselnd auf die eine oder die andere Kante des Rückens legt, und in Folge der Verrückung

seines Schwerpunkts zurückfällt. Diese Schwingungen dauern so lange, bis der Stab und die Bleimasse ganz, oder beinahe auf gleiche Temperatur gekommen sind.

Wenn die Oberfläche des Stabes wie des Bleis eben ist, so ist der Ton, welcher durch die successiven Wendungen hervorgebracht wird, kein musicalischer. Befindet sich aber auf dieser oder jener eine Furche, so entsteht ein musicalischer Ton, der zuweilen, wenn die Schwingungen rasch genug geschehen, eine ziemliche Höhe hat. Dasselbe ist der Fall, wenn man den Stab sanft gegen den Block drückt. Hr. Faraday hat zuerst die wahre Ursache dieser Töne nachgewiesen, welche Hr. Trevelyan immer einem durch die Furche gehenden hypothetischen Luftstrom zugeschrieben zu haben scheint, wiewohl sich, wenn derselbe auch vorhanden wäre, durch die einfachsten Versuche zeigen läfst, dafs er keinen Einflufs auf die Erzeugung dieser Töne haben kann.

Diese Erscheinungen sind nicht blofs auf Stäbe von Kupfer und Eisen, oder Blöcke von Blei beschränkt, vielmehr kann man die Stäbe auch von Zink, Messing oder einem anderen Metalle, und die Unterlage recht wohl von Zinn nehmen. Heifses Silber vibrirt auch auf kaltem Eisen. Nach Hrn. Faraday ist diese Thatsache den Silberschmieden längst bekannt gewesen. Die Gestalt des Stabes ist hiebei von geringer Bedeutung, vorausgesetzt nur, dafs zwei deutliche Spitzen da sind, zwischen denen die Vibrationen stattfinden können, oder welche die Stelle der Kanten an den Rücken des Stabs von Hrn. Trevelyan vertreten. Hr. Robison in Edinburg bekam sehr musicalische Töne, als er auf kaltes Blei ein heifses Schüreisen, eine Wagenfeder, oder einen silbernen Löffel legte.

Fügen wir hinzu, dafs eine kalte Stange von Blei, gelegt auf einen heifsen Block von einem harten Metall, in Schwingungen geräth, und dafs diese Vibrationen nur bei

Anwendung metallischer Substanzen genügend beobachtet worden sind, so haben wir fast sämmtliche Resultate von Hrn. Trevelyan's Versuchen angeführt.

Prof. Leslie hat vor längerer Zeit einige Versuche über diesen Gegenstand angestellt, und dabei gefunden, dafs die Vibrationen auch unter der ausgepumpten Glocke der Luftpumpe fortfahren. Er erklärt diese Erscheinungen durch die Annahme, dafs der Impuls zu jeder Vibration durch die Expansion des kalten Metalls während seiner vorübergehenden Berührung mit dem heifsen gegeben werde, läfst sich aber nicht darauf ein, wovon die beträchtliche Verschiedenheit der Wirkung verschiedener Metalle herrühre. Seine Ansichten sind von Hrn. Trevelyan angenommen, und späterhin, mit geringen Abänderungen, auch von Hrn. Faraday. Beide sind bemüht dieselben mit den beobachteten Erscheinungen zu vereinbaren; mit welchem Erfolg, wollen wir gegenwärtig nicht untersuchen, da wir wünschen ein voreiliges Urtheil hierüber zu vermeiden.

Von der oben erwähnten Vorlesung des Hrn. Faraday findet sich in dem *Journ. of the Royal Institution*, *No. IV p.* 119, ein Bericht, dessen wesentlicher Inhalt etwa folgender seyn möchte.

Beim Verfolge seiner Untersuchung hat Hr. Trevelyan gefunden, dafs ein Schüreisen nicht die beste Gestalt für das heifse Metall besitze. Er nimmt daher einen Messingstab von etwa 4" Länge, 1",25 Breite und 0",5 Dicke, dessen breitere Fläche ihrer Länge nach in der Mitte mit einer Furche von $\frac{1}{8}$ Zoll Breite versehen, und von den Rändern dieser Furche nach beiden Seiten hin schräg beschnitten ist. Wenn dieser Stab, mit der Furche nach unten, auf einen Tisch gelegt, beim Anstofsen leicht auf den Kanten hin und her schwankt, ist er von der rechten Beschaffenheit. Es ist zweckmäfsig an

das Ende dieses Stabes, der im Originale Wackler (*rocker*) genannt wird, einen in einen Knopf auslaufenden Messingdraht anzusetzen, weil dadurch die Bewegungen regelmäfsiger werden. Bei Anwendung dieses Wacklers werden fast immer musicalische Töne erregt, doch mufs die Oberfläche des Bleis, auf dem er ruht, eine glatte Oberfläche haben.

Die Wirkungen des Wacklers hängen von seinen isochronen Schwankungen ab. Geschehen sie bei Belastung des Wacklers langsam, so sind sie sichtbar, folgen sie einander aber mit hinreichender Schnelligkeit, so erzeugen sie nothwendig einen musicalischen Ton, dessen Höhe von der Zahl der Schwingungen oder Schläge abhängt. Oft mischen sich unter den wahren Ton, welcher durch die Schläge des Wacklers hervorgebracht wird, andere fremde Töne, welche aus dem Klingen des Metalls, den Vibrationen des Tisches oder dem Zerfallen des ganzen vibrirenden Systems in Unterabtheilungen entspringen. Um diese von dem wahren Ton zu unterscheiden, drücke man mit einem dünnen Stift oder zugespitzten Metallstab, genau über der Furche, senkrecht auf die Rückseite des Wacklers, so dafs die Vibrationen rascher geschehen, jedoch nicht in ihrer Regelmäfsigkeit gestört werden. Der wahre, aus den Schlägen des Wacklers entstehende Ton wird sogleich höher, zuweilen um mehr als eine Octave, und sinkt augenblicklich wie der Druck entfernt wird.

Der Ton wird übrigens ganz sichtlich durch die Schläge des Wacklers hervorgebracht, und die einzige Schwierigkeit hiebei liegt darin, genau die Ursache anzugeben, wodurch der Wackler, so lange zwischen ihm und der darunter liegenden Bleimasse ein beträchtlicher Temperaturunterschied vorhanden ist, fortwährend in Bewegung gehalten wird. Hr. Faraday erklärt sich die Sache etwa folgendermafsen. Wenn der Wackler auf den horizontalen Bleirücken liegt, so berührt er densel-

ben in zwei Punkten, welche, weil sie erhitzt und folglich ausgedehnt werden, zwei Hügel bilden. Kippt der Wackler zufällig um, so wird der aufser Berührung gekommene Punkt sogleich durch die benachbarten Bleitheile abgekühlt und sinkt zusammen. Er schlägt nun wieder zurück; dadurch wird der andere Stützpunkt frei, der sich nun abkühlt und zusammenzieht u. s. w. Aufserdem wirkt nach Hrn. Faraday hiebei noch die Expansion und Contraction des Bleis in horizontaler Richtung, vermöge welcher der erhitzte Stützpunkt sich immer gegen den jedesmal erkaltenden bewegt. Diese Seitenbewegung erläutert Hr. Faraday dadurch, dafs er das Blei, welches den Wackler trägt, auf ein Brettchen legt, und fest gegen den Rand desselben die Biegung einer Zuckerzange stemmt, so dafs die Linie von der Zange nach dem Wackler, senkrecht gegen die Axe des letzteren ist. Setzt er dann die Zange nach Art einer Stimmgabel in Schwingungen (die dann wahrscheinlich senkrecht gegen die Axe des sogenannten Wacklers geschehen. *P.*), so theilen diese dem Brettchen, und folglich auch dem darauf liegenden Blei nebst den Stützpunkten des Wacklers Longitudinal-Vibrationen von gleicher Dauer mit, und dadurch geräth der Wackler unmittelbar in Vibrationen, die mit denen der Zange isochron sind, und durch successive Schläge auf das Blei einen Ton erzeugen. Wurde der Wackler entfernt, so entstand bei dieser Operation kein Ton.

Es wurden auch Versuche mit anderen Metallen angestellt. Eine gekrümmte Silberplatte, die heifs auf einen eisernen Hammer gelegt wurde, wackelte und sang wie das vorhin beschriebene Instrument. Diese Thatsache, wie das Original sagt, ist den Goldschmieden längst bekannt gewesen*). Die Vorzüglichkeit des Bleis als

*) Auch hat bereits Gilbert über das im J. 1806 auf der Seigerhütte zu Hettstädt beobachtete „sonderbare Tönen einer

kaltes Metall bei diesen Versuchen beruht auf seiner grofsen Ausdehnbarkeit durch die Wärme, und seiner schlechten Wärmeleitung, welche noch nicht ein Fünftel von der des Kupfers, Silbers und Goldes ist.

IV. *Ueber die elektromotorische Kraft des Magnetismus;* *von HH. Nobili und V. Antinori.*

(Aus der *Antologia di Firenze, No. CXXXI.*)

Herr Faraday hat kürzlich eine neue Klasse von elektro-dynamischen Erscheinungen entdeckt, und über diesen Gegenstand der K. Gesellschaft zu London eine Abhandlung überreicht. Diese Abhandlung ist aber bis jetzt noch nicht bekannt gemacht, und wir kennen sie nur durch die kurze Notiz, welche Hr. Hachette, in Folge eines von Hrn. Faraday erhaltenen Briefes, am 26. December v. J. der Pariser Academie mitgetheilt hat. Durch sie ward in uns, dem Ritter Antinori und mir, sogleich die Begierde erregt, den Fundamental-Versuch zu wiederholen, und in seinen Abänderungen zu studiren. Wir schmeicheln uns zu einigen nicht unwichtigen Resultaten gelangt zu seyn, und beeilen uns dieselben bekannt zu machen, ohne weitere Vorrede, als die erwähnte Notiz, welche unserer Untersuchung zum Ausgangspunkt gedient hat.

»Die Abhandlung des Hrn. Faraday, wie jene No-

heifsen Silbermasse während des Erkaltens" eine ausführliche Nachricht in diesen Annalen, Bd. 22 S. 323, mitgetheilt.

Ob die Töne, welche Seebeck zuweilen beim Erwärmen gewisser thermo-magnetischer Ketten wahrgenommen hat (Siehe diese Annalen, Bd. VI (82) S. 269) hieher zu rechnen sind, verdiente wohl näher untersucht zu werden. *P.*

tiz besagt, zerfällt in vier Theile. In der ersten, *Erzeugung voltaischer Elektricität* betitelt, findet sich die wichtige Thatsache: dafs ein voltaischer Strom, der einen Metalldraht durchläuft, in einem ihm benachbarten Draht, einen andern Strom hervorruft, welcher dem ersten in Richtung entgegengesetzt ist, und nur einen Augenblick dauert; dafs bei Wegnahme des erzeugenden Stroms in dem seiner Einwirkung unterworfen gewesenen Draht ein Strom auftritt, welcher dem daselbst zuerst erregten entgegengesetzt ist, also gleiche Richtung wie der erzeugende Strom besitzt.«

»Der zweite Theil handelt von der Erzeugung elektrischer Ströme durch Magnetstäbe. Hr. Faraday hat einen elektrischen Strom hervorgebracht, indem er einen Magnetstab einem schraubenförmigen Drahte nähert, und eben so, doch in entgegengesetzter Richtung, indem er ihn von diesem Draht entfernt. Diese Ströme wirken stark auf die Nadel eines Galvanometers, und gehen, wenn gleich schwach, durch Salzwasser und andere Salzlösungen; ja in einem besonderen Fall hat Hr. F. einen Funken bekommen. Es geht daraus hervor, dafs dieser Physiker die von Hrn. Ampère entdeckten elektrischen Ströme alleinig durch Anwendung von Magnetstäben erregt.«

»Der dritte Theil bezieht sich auf einen besondern Zustand von Elektricität, welchen Hr. F. *elektrotomischen Zustand* nennt. Er behält sich vor, hievon bei einer andern Gelegenheit zu sprechen.«

»Der vierte Theil endlich handelt von der eben so interessanten wie aufserordentlichen Erfahrung des Hrn. Arago, welche bekanntlich darin besteht, dafs man durch die Einwirkung einer in Umlauf versetzten Metallscheibe eine Magnetnadel zum Umherkreisen bringt, und so umgekehrt. Hr. F. betrachtet diese Erscheinung als innig verwandt der magnetischen Rotation, welche er das Glück hatte vor zehn Jahren zu entdecken. Er hat gefunden,

dafs wenn man eine Metallscheibe unter dem Einflufs eines Magneten rotiren läfst, sich in Richtung dieser Scheibe elektrische Ströme bilden, in solcher Zahl, dafs man diese Scheibe als eine neue Elektrisirmaschine betrachten kann.« (*Le Temps* 28. *Dec.* 1831.)

I. Gewöhnlicher Magnetismus.

Der Versuch des Hrn. Faraday ist uns ohne Weiteres gelungen. Der erste Schraubendraht, den wir dem Pole eines Magnetstabs näherten, zeigte sogleich seinen Einflufs auf das Galvanometer. Drei Thatsachen sind es, die sich successiv hiebei beobachten lassen. Beim Annähern sieht man zuerst die Magnetnadel eine gewisse Zahl von Graden nach der einen Seite abweichen. Diefs beweist, dafs in dem mit dem Galvanometer verbundenen Draht ein durch den Magnetismus erregter Strom vorhanden ist. Dieser Strom ist indefs nur von kurzer Dauer, und erlischt bald vollkommen; diefs ist die zweite Thatsache. Die dritte endlich besteht darin, dafs die Nadel, so wie man den Schraubendraht vom Magnetstab entfernt, nach der andern Seite abweicht, was die Entwicklung eines Stroms an entgegengesetzter Richtung mit dem ersteren beweist.

Als wir eine ringförmige Spirale zwischen die Pole eines Hufeisen-Magneten brachten, beobachteten wir, dafs die Wirkung derselben wuchs, so wie der Anker an den Magneten gehängt oder von ihm abgezogen wurde. Diese Thatsache brachte uns auf den Gedanken, einen mit Seide besponnenen Kupferdraht um einen solchen Magneten zu wickeln, um solchergestalt einen zu dem besagten Versuch immer fertigen Apparat bei der Hand zu haben. Die Spirale, welche alsdann bestimmt ist den magnetischen Einflufs zu erleiden, befindet sich um den Magnet gewickelt, und die unmittelbare Ursache der Erscheinung liegt im Anker vermöge der Eigenschaft des weichen Eisens, den Magnetismus schnell aufzunehmen und zu ver-

lieren. Wenn man nun den Anker abzieht, so nimmt man die Spirale, welche bis dahin durch diesen stark magnetisirt war, mit einem Zuge aus der magnetischen Wirkung fort, und so erneut sich der Fall, dafs eine ursprünglich dem Magneten genäherte Spirale von demselben entfernt wird. Setzt man dagegen den Anker wieder an, so wiederholt sich der Fall des Annäherns einer Spirale an einen Magneten, weil der Anker im Moment des Anhängens an die Pole des Hufeisens in der That zu einem Magneten wird.

Die Anordnung hat, aufser dafs sie kräftiger ist, noch den Vortheil, dafs sie dem Physiker *einen constanten Behälter* von voltaischer Elektricität darbietet. Ein *constanter Strom* ist Bedürfnifs in dergleichen Untersuchungen; und wenn auch der Thermomagnetismus ein annehmliches Mittel zur Abhülfe desselben liefert, wie ich anderswo gezeigt habe *), so ist doch das neue Verfahren, welches sich uns in dem mit der elektro-dynamischen Spirale umwickelten Magnet darbietet, keineswegs zu verachten. Angenommen, der Anker hänge an dem Magneten, so braucht man ihn nur von diesem abzuziehen, um sogleich in der Spirale einen Strom zu erhalten, der bis dahin in derselben in einem so zu sagen gebundenen Zustand vorhanden war. Bediente man sich dieses Behälters auch nur zur Erkennung der Empfindlichkeit der Galvanometer, mit denen der Physiker zu seinen Untersuchungen versehen seyn mufs, so würde diese Vorrichtung schon darum allein allen übrigen vorzuziehen seyn, da sie zu ihrer Anwendung durchaus keine Vorbereitung erfordert.

Man kann sich dieses Apparats auf zweierlei Weisen

*) Diefs Mittel besteht in einem thermo-elektrischen Elemente aus zwei verschiedenen Metallen, von deren Verbindungsstellen die eine auf 0°, die andere auf 80° R. erhalten wird (diese Ann. Bd. XX S. 225. *P.*)

sen bedienen, nämlich entweder indem man den Anker von dem Magneten abzieht, oder indem man ihn wieder anhängt. Vollzieht man diese beiden Operationen mit gleicher Geschwindigkeit und vor denselben Punkten des Magneten, so erhält man auch am Galvanometer eine Ablenkung von gleicher Gröfse, wiewohl von entgegengesetzter Richtung. Der Act des Abziehens ist übrigens immer gleich augenblicklich, und verdient wegen der Beständigkeit seiner Wirkung den Vorzug vor der umgekehrten Methode, welche, um immer gleich gut zu gelingen, eines eigenen, indefs leicht erdenklichen Mechanismus erfordern würde. Sorgt man dafür, den Anker in der richtigen Lage zu halten, so bekommt man beim Abziehen stets die nämliche Abweichung am Galvanometer; ein schätzbares Resultat, das, wir wiederholen es, mancherlei Anwendungen fähig ist, vielleicht zur Messung der Kraft von starken Magneten ein genaueres Mittel abgiebt, als das gewöhnliche des Wägens der Last, die ein solcher zu tragen vermag.

Die genannte Einrichtung ist zwar schon sehr vortheilhaft, indefs giebt es doch eine bessere, die nämlich, dafs man die elektro-dynamische Spirale um den mittleren Theil des Ankers windet, denn hier leistet eine Spirale von wenig Windungen mehr, als eine von vielen Windungen an einem andern Orte. Um einen Magneten möglichst zu benutzen verfährt man am besten so, dafs man den ganzen mittleren Theil des Ankers mit Draht umwindet, und nur dessen Enden frei läfst, damit sie auf gewöhnliche Weise an die Pole des Magneten gehängt werden können. Hat man überdiefs dem Anker eine zur Aufnahme der Drahtwindungen geeignete Form gegeben, so erhält man alsdann die Wirkung von höchster Stärke. Der Grund hievon ist offenbar der, dafs in der That zwei Bedingungen zu erfüllen sind, nämlich erstlich, dafs die Spirale die volle Einwirkung der magnetischen Kraft erleide, und zweitens, dafs diese Einwirkung

in möglichst kurzer Zeit entfernt werde. Wie ersichtlich befindet sich aber der um den Anker gewundene Draht in der günstigsten Lage, um auf sich die magnetische Kraft zu concentriren; und beim Abziehen des Ankers wird diese Kraft in einem Augenblick fortgenommen, wie es die zweite Bedingung erfordert.

Spiralen von verschiedenen Metallen.

Es wurden vier Metalle von uns untersucht, nämlich: Kupfer, Eisen, Wismuth und Antimon; das Eisen, weil es gewissermafsen das hauptsächlichste unter den magnetischen Metallen ist, das Wismuth und das Antimon aber, wegen ihrer ausgezeichneten Stellung in der thermo-magnetischen Reihe. Versuche, die unter fast gleichen Umständen angestellt wurden, ergaben das Resultat, dafs das Kupfer in dieser Beziehung das wirksamste Metall sey, dafs dann in geringem Abstande das Eisen folge, darauf das Antimon und zuletzt das Wismuth. Die beiden letzteren Metalle würden wir, ihrer Sprödigkeit wegen, nicht anders als durch Schmelzen in die Spiralform haben bringen können; da aber dieses umständlich und schwierig gewesen wäre, so bildeten wir aus Stäbchen der genannten Metalle, durch Zusammenlöthen ihrer Enden, oder auch nur durch Gegeneinanderdrücken derselben, vierseitige Spiralen. Der Vergleichbarkeit der Resultate halber, haben wir auch den Spiralen aus Kupfer und Eisen diese vierseitige Gestalt gegeben.

II. Magnetischer Funken.

Die Notiz am Anfange dieses Aufsatzes sagt, Hr. Faraday *habe in einem besonderen Falle einen Funken erhalten.* Wiewohl dieser Ausdruck sehr dunkel ist, und sogar die Beständigkeit einer so aufserordentlichen Erscheinung in Zweifel stellt, so haben wir doch die Untersuchung nicht verschoben, und wirklich sind wir so glücklich gewesen, sie weit über unsere Hoffnung

gelingen zu sehen. Zu diesem höchst wichtigen Resultate, dafs uns, wir bekennen es frei, anfänglich nur wenig Vertrauen einflöfste, sind wir durch folgende theoretische Ansichten geleitet worden.

Die Volta'sche Säule giebt nur dann Funken, wenn sie aus einer gewissen Zahl von Plattenpaaren besteht. Ein Wollaston'sches Element bringt sie für sich allein hervor, und, wenn es von gewisser Stärke ist, erzeugt sie dieselben beständig auf dem Quecksilber, in das man die zum Schliefsen der Kette bestimmten Drähte leitet. In der Volta'schen Säule, welche mit einem gewissen Grade von *elektrischer Spannung* begabt ist, geht der Funke von dem Kupfer- und Zinkpol aus, sowohl beim Schliefsen, wie beim Oeffnen des Bogens. Bei einem einzigen Wollaston'schen Elemente ist die *Spannung* sehr schwach, und der Funke erscheint nur in einem einzigen Fall, nämlich bei Unterbrechung des Bogens. In diesem Moment häuft sich der Strom, welcher schon in Umlauf war, an dem Orte der Unterbrechung so an, dafs er die zum Funkenwerfen nöthige Spannung erlangt. Diese Spannung fehlt in dem andern Fall, beim Schliefsen der Kette, und deshalb springt auch alsdann kein Funken über.

Die elektrischen Ströme, welche durch den Magnetismus in der Spirale erregt werden, circuliren auch, aber nur in dem Moment, wo man die Spirale dem Magnet nähert oder von ihm entfernt. Es ist also in einem dieser beiden Momente, wo man den Bogen öffnen mufs, wenn man einen Funken erhalten will.

Da wir schon im Voraus wufsten, wie die Spirale am besten anzuordnen war, so hatten wir nur einen guten Hufeisen-Magnet zu nehmen, seinen Anker auf die angegebene Weise mit einem Kupferdraht zu umwinden, die Enden desselben in einen Napf mit Quecksilber zu tauchen, und eins dieser Enden herauszuheben, genau im Moment, wo der Anker entweder an den Magnet ge-



... diese Weise
erhalten. Da indeſs
daſs man sie nach Be
ben wir zu diesem Z
sicht nach, sehr einfacl
Das Hauptstück in
neten. Dieser, der eine
trägt in seiner Mitte di
stücke, und zwar in sol
die Arme des Hufeisens
man den Anker an dass
rale werden mit den Po
gesetzt durch zwei klei
ker befestigt sind, und,
wenig gegen die Pole d
reichenden Raum zur Be
Anker dünner als gewöhn
eine Hälfte der Pole, di
berührt, welche von dem
dieser Vorrichtung das Hu
elektro-dynamischen Boge
Anker an den Magneten g
gegen die Pole desselben

gens ist der Versuch so leicht zu wiederholen, dafs es überflüssig wäre, einen Mechanismus zu erdenken, um auch diesen geringfügigen Uebelstand zu heben.

In diesem Apparat war die um den Anker gewikkelte Spirale von Kupfer, indefs kann sie auch von Eisen seyn, und man erhält den Funken gleichfalls. Diese Abänderung des Versuchs war interessant hinsichtlich der Frage, ob der Magnet durch seine gewöhnliche Wirkung auf den Eisendraht die elektro-dynamische Wirkung störe. Es hat uns nicht geschienen, dafs diese beiden Kräfte irgend einen Einflufs auf einander ausübten; jedoch sind noch weitere Versuche nöthig, bevor wir diefs mit Bestimmtheit behaupten können.

III. Erdmagnetismus.

Wir nahmen eine Pappröhre von etwa zwei Zoll im Durchmesser und vier Zoll Länge, und umwickelten sie mit einem isolirten Kupferdraht von 40 Meter Länge, dessen Enden wir frei liefsen, damit sie, nach Erfordernifs, mit den Polen eines Galvanometers in Verbindung gesetzt werden konnten. Die Röhre war an den Enden geebnet und abgeglichen, damit man sie mit beiden senkrecht auf den Tisch stellen, und folglich nach Belieben umkehren konnte.

Bekanntlich erhält ein Stab von weichem Eisen, wenn er in die Richtung der Neigungsnadel gestellt wird, durch die Einwirkung des Erdmagnetismus unten einen Nordpol und oben einen Südpol. Diefs ist eine von der Stellung abhängige Erscheinung, welche sich immer einstellt bei dieser Eisengattung, die eben so unfähig ist, empfangenen Magnetismus zu bewahren, als neuen Magnetismus aufzunehmen, in welchen Richtungen man ihn auch zu entwickeln sucht.

In unserer Breite (der von Florenz) beträgt die Neigung der Magnetnadel etwa 63°. In diese Richtung brachten wir die mit dem Spirale bedeckte Pappröhre,

und steckten dann einen Eisenstab hinein. Augenblicklich zeigte das Galvanometer durch seine Bewegung das Daseyn eines durch den Magnetismus erregten elektrischen Stromes an. Als wir den Stab herauszogen, erhielten wir eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung, so dafs also kein Zweifel darüber bleiben kann, dafs nicht der Erdmagnetismus für sich allein hinreichend ist, elektrische Ströme zu erregen. Man darf indefs nicht übersehen, dafs hiebei die Entwicklung des elektrischen Stroms durch das in die Spirale gesteckte weiche Eisen vermittelt ward. Diefs ist unläugbar, aber eben so wahr ist es, dafs diefs Hülfsmittel nicht unumgänglich nothwendig ist für das Auftreten deutlicher Anzeigen des hier in Rede stehenden Einflusses. Stellt man nämlich eine cylindrische Spirale mit ihrer Axe parallel der Inclinationsnadel, und kehrt sie dann im magnetischen Meridian um 180° um, so giebt das Galvanometer Anzeigen von einem elektrischen Strom, der blofs durch den Erdmagnetismus in der Spirale erregt worden ist.

Um diese Erscheinung wahrzunehmen ist es selbst nicht einmal nothwendig, den Cylinder genau in die Richtung der magnetischen Inclination zu stellen; vielmehr zeigt sie sich eben so gut bei verticaler Stellung desselben, zwar schwächer, aber immer deutlich genug, dafs über sie kein Zweifel obwalten kann.

Wir haben dreierlei Kupferdraht von verschiedener Dicke untersucht; der dünnste hielt 0,5, der mittlere 0,66, und der dickste 1,0 Millimeter im Durchmesser. Die Wirkungen stiegen mit der Dicke. Der erste Draht gab Ablenkungen von 2° bis 4°, der zweite von 4° bis 8°, der dritte von 10° bis 20°. Um diese grofsen Ablenkungen zu erhalten, wandten wir den bekannten Kunstgriff an, in dem günstigsten Augenblick, den man bei mehrmaliger Wiederholung des Versuchs leicht kennen lernt, den Strom umzukehren.

Im gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft ist der

eben genannte Weg der einfachste zur Erlangung des elektrischen Stromes. Er wird alleinig durch den Erdmagnetismus hervorgerufen, und dieser findet sich überall auf der Erde. Wir behalten uns vor, die Art der Vergröſserung dieser Wirkung näher zu untersuchen, und einige nützliche Anwendungen von derselben zu machen, wenn gewisse Apparate, die wir ausdachten, unserer Erwartung entsprechen werden. Der nächste Gedanke, der sich darbietet, wäre der, dieselbe zur Messung der Intensität des Erdmagnetismus anzuwenden; allein es bleibt noch zu bestimmen, welcher Genauigkeit dieſs neue Instrument fähig seyn würde.

Das Galvanometer, dessen man sich zu dem in diesem Paragraphe beschriebenen Versuch bedienen will, muſs ungemein empfindlich seyn. Ich muſs hier wiederholen, was ich schon anderswo über diese Gattung von Instrumenten gesagt habe. Es giebt zwei Arten, die man anwenden muſs, wenn man die möglich gröſste Wirkung erhalten will, eine, wenn es sich um hydro-elektrische, die andere, wenn es sich um thermo-elektrische Ströme handelt. Zu der neuen Klasse von Untersuchungen eignet sich am besten das Galvanometer meines Thermo-Multiplicators *). Der Grund hievon ist ersichtlich, wenn man erwägt, daſs die neuen Ströme des Hrn. Faraday, wie die thermo-elektrischen Ströme von Seebeck, in ganz metallischen Bögen erregt werden, und wie letztere nur schwierig durch feuchte Leiter gehen.

IV. Elektrische Spannung.

Die Versuche, welche wir bisher angestellt haben, um mit der neuen Gattung von Strömen die gewöhnlichen Zeichen elektrischer Spannung am Galvanometer zu erhalten, haben uns zu keinem bestimmten Resultat geführt. Uebrigens haben uns auch die Mittel, die wir angewandt, keineswegs befriedigt. Auch sind wir Wil-

*) Diese Ann. Bd. XX. S. 245.

lens, diese Untersuchung mit wirksameren Hülfsmitteln wieder vorzunehmen, und dieselbe auf die thermo-elektrischen Apparate auszudehnen. Die letzteren verdienen in dieser Hinsicht studirt zu werden, weil sie bisher keine wahrnehmbaren Zeichen von elektrischer Spannung dargeboten haben. Wir werden auch bei der letzteren Art von Strömen den Versuch mit dem Funken anzustellen suchen, verhehlen uns aber nicht, dafs wir die thermo-elektrischen Ströme für die wenigst geeigneten zur Erzeugung von Spannung und Funken halten, wie wir zu seiner Zeit deutlicher aus einander setzen werden.

V. Chemische und physiologische Wirkungen.

Die neuen Ströme des Hrn. Faraday gehen, wiewohl schwierig, durch feuchte Leiter. So sagt die Notiz, und so verhält es sich in Wirklichkeit, wovon man sich mit gröfster Leichtigkeit überzeugen kann, wenn man in den Bogen der elektro-dynamischen Spirale einen Leiter dieser Art einführt. In Betreff der übrigen bekannten Ströme habe ich anderswo gezeigt, dafs immer bei deren Durchgang durch feuchte Leiter eine chemische Zersetzung stattfindet, und dafs, wie schwach auch diese Ströme seyen, die Zersetzung immer durch die blofse Bedingung ihres Durchgangs durch eine Flüssigkeit gesichert ist. Sehr wahrscheinlich erzeugen die neuen Ströme ebenfalls Zersetzungserscheinungen; allein man mufs nicht vergessen, dafs ihr Hauptcharakter der ist, dafs sie nur von kurzer Dauer sind. Ich glaube, dafs diese Dauer, ungeachtet ihrer Kürze, für die Zersetzung hinreichend sey. Allein ich wage nicht mich hierüber auszusprechen, ehe ich nicht die Erfahrung befragt habe.

Die physiologischen Symptome bestehen, wie Jedermann weifs, in den Zuckungen oder Contractionen der Muskeln, in dem scharfen und sauren Geschmack auf der Zunge, und in dem Funkeln vor den Augen. Um diese

Erscheinungen zu erhalten, ist es durchaus nothwendig, dafs die Elektricität unsere Organe, die zur Klasse der feuchten Leiter gehören, durchdringe. Dieser Durchgang, wir haben es bereits gesehen, ist sehr schwierig für die neuen Ströme; bringt man indefs einen Frosch in den Bogen unserer um den Anker gewundenen elektro-dynamischen Spirale, so geräth er in lebhafte Zuckungen, jedesmal wenn man den Anker an den Magneten hängt oder von ihm abzieht. Der Versuch ist eben so auffallend wie lehrreich, auffallend wegen der starken Convulsionen, die unmittelbar durch den Magnet erregt werden; lehrreich, weil er den Durchgang dieses Stroms durch feuchte Leiter bestätigt, und überdiefs beweist, dafs der Frosch in allen Fällen das empfindlichste Galvanoskop bleibt *). Es ist hier der Ort, nochmals zu bemerken, was ich bereits in einer andern Schrift über die Seebeck'sche Entdeckung ausgesprochen habe. Es war nicht nöthig, sagte ich, die Oersted'sche Entdeckung und die unmittelbar darauf folgende des Galvanometers zu kennen, um zu der der thermo-elektrischen Ströme zu gelangen **). Es würde dazu ein zweckmäfsiges Experimentiren mit dem Frosch hingereicht haben; und gegenwärtig setze ich hinzu, diefs so empfindliche Thier hätte auch ausgereicht, um uns die neuen Ströme von Faraday entdecken zu lassen. Wenn auch diefs nicht der Weg war, durch den man zu diesen beiden Entdeckungen gelangte, so ist es doch nicht minder wahr, dafs man sie blofs mit Hülfe dieses natürlichen Instrumentes, das ganz Europa zur Zeit des Galvanismus in Erstaunen setzte, hätte machen können.

*) Diese Ann. Bd. XIV S. 157

**) Ebendaselbst.

VI. Rotations-Magnetismus.

Was erfolgt, wenn man eine Spirale einem Magnetstab nähert? Es bildet sich in den Windungen ein elektrischer Strom, welcher, wenn der Draht ein Continuum bildet, in sich selbst zurückläuft. Was wird aber geschehen, wenn wir statt der Spirale eine Kupfermasse dem Einflufs desselben Magneten aussetzen? Natürlicherweise müssen wir in dieser Masse dieselbe Entwicklung elektrischer Ströme annehmen, mit dem einzigen Unterschiede, dafs die Ströme, welche in der Spirale nicht in jeder einzelnen Windung in sich zurücklaufen konnten, hier, wo wir es mit einer continuirlichen Masse zu thun haben, geradesweges in sich zurücklaufen, in dem Kreise oder in der Zone, in welcher sie durch die Einwirkung des Magneten hervorgerufen werden, und diese Ströme können, beim gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft, für nichts anderes angesehen werden, als für die Folge einer Bewegung gleicher Art wie die, welche um die Molecüle des magnetischen Metalls stattfindet. Die Induction scheint ziemlich natürlich; um ihr indefs mehr Sicherheit zu geben, haben wir die folgenden Versuche angestellt.

Wir nahmen einen Kupferring und lötheten an die Enden eines seiner Durchmesser zwei Drähte, die wir, wie gewöhnlich, mit dem Galvanometer verbanden. Diesen Ring brachten wir unter einen Hufeisen-Magnet, an denselben Ort, wo wir früher unsere Spirale anbrachten; sogleich zeigte sich am Galvanometer eine Bewegung, als Folge des Daseyns elektrischer Ströme, die durch den Magnetismus in dem Kupferring erregt waren.

Nachdem wir unsere Ideen über die Kreisströme, welche sich nach unserer Meinung unter dem Einflufs eines Magnetpols in der Kupfermasse entwickeln müssen, befestigt hatten, gingen wir an die Frage hinsichtlich des Rotationsmagnetismus, jener bewundernswürdigen Entdekkung des Hrn Arago. Hier hat man Magnetpole in der Nähe einer Scheibe, die aber nicht, wie vorhin, in Ruhe

ist, sondern sich beständig um ihren Mittelpunkt dreht. Der letztere Umstand ist der einzige, der hier hinzutritt; er macht zwar das Resultat der Erscheinung weit verwickelter, im Grunde aber bleibt Alles beim Alten. Es handelt sich hier nur um Ströme, erregt durch den Magnetismus in dem Punkt der Scheibe, auf den er direct einwirkt. Dieser Punkt der Scheibe wird bei der Rotation fortgeführt und durch einen andern ersetzt, der seinerseits den nämlichen Einfluſs erleidet. Dieser Einfluſs besteht darin, daſs Ströme erregt werden, welche immer denen, die man in dem Magnetpol vorhanden annehmen muſs, in Richtung entgegengesetzt sind. Diese Ströme streben übrigens vermöge ihrer Natur immer dahin, sich, nach Entfernung der sie entwickelnden Ursache, umzukehren, und sie kehren sich wirklich allemal um, so wie die Rotationsgeschwindigkeit es ihnen erlaubt. Die Theorie dieser Art von Magnetismus scheint uns reif zu seyn; wir werden ihre Grundsätze in einer besonderen Schrift ausführlicher entwickeln, und begnügen uns hier, den eigenthümlichen Charakter dieses Magnetismus zu bezeichnen, vermöge dessen man die Aufstellung einer Theorie desselben vor der Entdeckung des Hrn. Faraday nicht mit Erfolg unternehmen konnte. Die Eigenthümlichkeit dieses Magnetismus besteht nicht bloſs darin, daſs er nur von augenblicklicher Dauer ist, denn diese Eigenschaft theilt er mit dem des weichen Eisens, sondern darin, daſs er gedoppelter Art ist, *direct* und *umgekehrt*, umgekehrt im Moment, wo er in Gegenwart der äuſseren Ursache entwickelt wird, direct im Moment, wo er verschwindet.

Hr. Faraday betrachtet den Rotationsmagnetismus von Hrn. Arago als innig verwandt mit einem Phänomen, das er vor zehn Jahren entdeckte. *Er erkannte ferner,* sagt die Notiz, *daſs, bei der Rotation einer Metallscheibe unter dem Einfluſs eines Magneten, in Richtung der Radien dieser Scheibe elektrische Ströme in solcher Menge entstehen, daſs diese Scheibe zu einer*

neuen Elektrisirmaschine werde. Es ist uns gänzlich unbekannt, wie Hr. Faraday diese Thatsache aufgefunden hat, und wir begreifen nicht, wie ein solches Resultat hat so lange allgemein unbekannt, und so zu sagen in den Händen des Entdeckers vergessen bleiben können. Uebrigens hat die Sache für uns etwas Problematisches, und ehe wir weiter gehen, wollen wir den Versuch anführen, den wir über diesen Gegenstand anstellten.

Gesetzt man habe eine Kupferscheibe in Rotation gebracht, und mit dem Galvanometer zwei lange Kupferdrähte verbunden. Man fasse nun die beiden andern Enden dieser Drähte mit den Händen an, und setze sie auf einem und demselben Radius, das eine nahe am Mittelpunkt und das andere mehr nach dem Umfang hin, mit der Kupferscheibe in Berührung. Beim Umlaufen der Scheibe werden nun die Spitzen der gegen sie gedrückten Drähte gerieben und folglich erwärmt, aber ungleich, der nahe am Umfang nämlich stärker, und der beim Mittelpunkt schwächer. Dieser Temperaturunterschied reicht hin in dem Galvanometer einen elektrischen Strom zu erregen, der die Magnetnadel ablenkt, und sie, nach einigen Oscillationen, in einer gewissen Ablenkung erhält. Nähert man nun, nachdem die Nadel zur Ruhe gekommen, der Scheibe einen Hufeisen-Magnet, so dafs er sie umspannt, ohne ihre Bewegung zu hindern, so sieht man augenblicklich die Ablenkung der Nadel sich vergröfsern oder verringern, je nachdem die Pole in diesem oder jenem Sinne wirken. Diese Erscheinung ist ein sicherer Beweis, dafs in der Scheibe elektrische Ströme durch die Gegenwart des Magneten erregt worden sind.

Indefs dürfen wir daraus, dafs die mit dem Galvanometer verbundenen Leitdrähte in einem und demselben Radius der Scheibe endigen, auch schliefsen, dafs diefs genau die Richtung war, in der die Ströme durch den Magnetismus erregt wurden? Aus den oben angeführten Gründen glauben wir es nicht, und wenn man

auch mit Hrn. Faraday diese Art von Irradiation elektrischer Ströme annehmen wollte, so bliebe doch für uns noch ein sehr großer Unterschied zwischen dieser Erregungsart der Elektricität und der in unseren gewöhnlichen Elektrisirmaschinen. Es ist ein großer Sprung von einem so vortrefflichen Leiter, wie die Metallscheibe des Hrn. Arago, zu einem so sehr schlechten Leiter, wie die Glasscheibe unserer Elektrisirmaschinen. Uebrigens verringern diese Betrachtungen um nichts das Verdienst der Entdeckung des Hrn. Faraday. Sie ist eine der schönsten unserer Zeit, sowohl an sich betrachtet, als wegen der großen Lücke, welche durch sie ausgefüllt wird, als auch wegen des Lichtes, welches sie über verschiedene Theorien, und besonders über die des Rotationsmagnetismus verbreitet.

Wir wünschen, daſs diese ersten Untersuchungen dem lebhaften Interesse entsprechen, das wir an diesem neuen Zweige der Elektro-Dynamik genommen haben, und wir bedauern nur diese Laufbahn eingeschlagen zu haben, ehe wir alle Schritte des berühmten Physikers kannten, der sie eröffnet hat.

Im Museo zu Florenz, 31. Jan. 1832.

V. *Ueber den Magneto-Elektrismus im Gegensatze des Elektro-Magnetismus; von G. F. Pohl.*

Ueber die große Wichtigkeit der Faraday'schen Entdeckung noch erst Worte zu verlieren, würde ein überflüssiges Geschäft seyn; es gilt von ihr dasselbe, was Erman in Bezug auf die Oersted'sche Entdeckung sagte: entweder diese Sache oder keine in der Welt spricht für sich selbst. Das Befremden hingegen, wel-

ches diese Faraday'sche Entdeckung, als wäre sie etwas ganz Unerwartetes und Unerhörtes, an mehreren Orten unter den Physikern hervorgebracht hat, kann ich nicht theilen. Nichts ist nach dem bisherigen Standpunkte unserer Kenntnifs des Elektro-Magnetismus weniger aus der Ordnung, als dieses Faraday'sche Factum, und nichts war nach dem Gange aller uns in diesem Gebiete gewordenen Andeutungen mehr zu erwarten, als eben dieses, dafs, so wie wir durch Elektricität Magnetismus, so auch umgekehrt durch Magnetismus Elektricität entstehen lassen können. Ich glaube selbst der Sache die Bemerkung schuldig zu seyn, dafs ich bereits in einem früheren Aufsatze, der unter der Ueberschrift: »Beiträge zur näheren Kenntnifs des Elektro-Magnetismus,« im Jahre 1822 in der Isis abgedruckt worden ist, nicht nur die Idee des Erfolgs im Allgemeinen, sondern selbst das bestimmte Experiment, durch welches derselbe mittelst einer an dem Magnet angebrachten Drahtspirale zu realisiren sey, angegeben habe. Der Aufsatz enthält mehreres, was ich in Folge späterer Untersuchungen und fortgeschrittener Ansichten jetzt nicht mehr billigen kann; aber jener wohl begründete Versuch ist durch mancherlei Intervenienzen, und, wie es in solchen Fällen zu geschehen pflegt, ohne dafs über das Warum eigentliche Rechenschaft zu geben ist, so viele Jahre hindurch unversucht geblieben, bis dasjenige, dem ich bereits damals ganz nahe war, jetzt das Eigenthum eines Anderen geworden. Nichts destoweniger, oder vielmehr gerade in einem um so höheren Grade habe ich aber, nachdem mir durch Hörensagen nur die Constatirung des Grundphänomens bekannt geworden war (und ich habe bis jetzt selbst nur den Hauptinhalt der zu uns gekommenen Abhandlung von Nobili über denselben Gegenstand durch gelegentliche mündliche Ueberlieferungen kennen gelernt), der Sache meine ganze Aufmerksamkeit zugewandt. Ich zögere deshalb nicht, zumal da besondere

Veranlassungen mich für eine Zeitlang die fernere Untersuchung gänzlich abzubrechen nöthigen, unterdessen wenigstens die wesentlichsten experimentalen Data, welche sich mir in den wenigen Stunden meiner bisherigen Beschäftigungen mit dieser neuen Klasse von Erscheinungen dargeboten haben, hier mitzutheilen; da sie, wenn auch spätere Berichte von anderen Physikern gleiche Resultate bringen möchten, jedenfalls für die richtige Auffassung des Factischen von vorn herein so charakteristisch sind, dafs sie schon jetzt zur Kenntnifs des Publicums zu gelangen nicht unwerth befunden werden möchten.

Ich erlaube mir vorher nur noch eine Bemerkung in Bezug auf den in der Ueberschrift gebrauchten Ausdruck: *Magneto-Elektrismus.* Ich habe ihn nicht sowohl wie eine neu einzuführende Terminologie, sondern vielmehr nur als Zeichen einer wesentlichen zwischen Elektricität und Magnetismus fortwährend zu machenden Unterscheidung gewählt, und als Erinnerung gegen voreilige hypothetische Identificirungsversuche, an denen es, wie sehr zu befürchten ist, jetzt vielleicht noch weniger als bisher in der physikalischen Welt fehlen möchte. Wenn wir den Magnetismus, der in Folge einer vorausgegangenen elektrischen Erregung entsteht, Elektro-Magnetismus nennen, so werden wir davon die in Folge einer vorher gegebenen magnetischen Erregung entstehende elektrische Reaction wohl nicht unpassend durch das Wort: Magneto-Elektrismus, unterscheiden. In beiden Fällen kann man blofs die erfahrungsmäfsige Aufeinanderfolge und die unbestreitbare Wechselwirkung beider Erregungen, der elektrischen und magnetischen, auf diese Weise bezeichnen, ohne die ihnen gebührende Sonderung damit zu verwischen. Wenn man aber mit dem Ausdrucke Elektro-Magnetismus den Begriff verbinden will, dafs der Magnetismus nicht sowohl als eigenthümliche Species von Thätigkeit, sondern nur als strömende Elek-

tricität vorhanden sey, so würde dieser Vorstellung gegenüber nun, nachdem wir auch magneto-elektrische Wirkungen factisch kennen gelernt haben, eben so eine Theorie im umgekehrten Sinne geltend gemacht, und mit scheinbar gleicher Consequenz durchgeführt werden können, vermöge welcher die eigentliche Elektricität, *mirabile dictu*, als solche geläugnet, und alle elektrische Erregung nur als Bewegung des Magnetismus, als ein sich schliefsender oder sich öffnender Kreis des letzteren gesetzt und damit identificirt würde. Beide Ansichten können zuvörderst nicht zugleich neben einander bestehen; für welche von beiden man sich aber auch entscheiden möchte, immer würde sie durch die andere mit gleichem Rechte ihr gegenübertretende negirt werden, das heifst: keine von beiden Vorstellungen kann eigentlich gelten, beide sind gleich relative Seitenansichten, und die Wahrheit liegt hier wie überall allein in der richtigen Mitte. Die Einheit der Elektricität und des Magnetismus ist keine Einerleiheit derselben, sondern ein Drittes von beiden Verschiedenes, in welchem sie erst Bedeutung, Haltung und Verständnifs finden, nämlich der Chemismus, dessen Polaräufserungen sie bilden: die Elektricität als Tendenz zum synthetischen, der Magnetismus als Tendenz zum analytischen chemischen Effect; jene als das Streben fortschreitender Umgestaltung durch Einigung des getrennten, dieser als das Streben eines unbeweglichen Beharrens in der Sonderung. Beide Richtungen fordern und bedingen sich wechselsweise, sie rufen sich als diese bestimmten, factischen zum lebendigen Verhalten der Materie gehörigen Thätigkeitsäufserungen gegenseitig, wie immer als nothwendige, polare Reaction der anderen eben so im ausgedehnteren Kreise der chemischen Wirkungen hervor, wie in der engeren Sphäre der Elektricität an sich dem $+E$ das $-E$, oder wie im Magnetismus insbesondere dem $+M$ das $-M$ jeder Zeit gegenübertritt und gegenübertreten mufs. Durch die An-

er-

erkennung dieses einfachen, naturgemäfsen Gesetzes ist eine Grundlage des Verständnisses der Erscheinungen gegeben, die alle aufser den sich hervordrängenden hypothetischen Betrachtungsweisen entbehrlich macht, und auf welcher die weitere Untersuchung sodann nur in der Absicht und in dem alleinigen Bedürfnifs einer rein erfahrungsmäfsigen Ermittelung der Formen und Bedingungen, unter welchen dieses Grundgesetz sich manifestirt, in guter und sicherer Orientirung fortschreitet. — Ich gehe demnächst an die Darstellung der Eigenthümlichkeiten des Phänomens, wie sie sich mir in meinen experimentalen Untersuchungen darüber als gesetzlich und constant ergeben haben.

I. Das wesentliche der Erscheinung also, welches ein für allemal allen folgenden Angaben zum Grunde liegt, besteht zuvörderst darin, dafs *a*) wenn ein magnetischer Kreis geschlossen wird, indem z. B. an ein magnetisches Hufeisen der Anker angesetzt wird, oder auf welche Weise es sonst geschehen möge, jederzeit im Momente der Schliefsung eine elektrische Impulsion rings um alle Theile im Umfange des sich schliefsenden Kreises herum entsteht, in kreisförmigen Richtungen, deren Ebenen auf der Ebene des magnetischen Kreises senkrecht sind, so dafs der letztere und jeder Kreis der elektrischen Impulsionen wie zwei ringförmige Glieder einer Kette in einander greifen, gerade so wie um einen geschlossenen elektrischen Kreis solche elektro-magnetische Polarkreise entstehen. So wie alsdann in den letzteren die beiden magnetischen Polareffecte nach entgegengesetzten Richtungen als $+M$ und $-M$ sich erstrecken, eben so sind nun auch in den magneto-elektrischen Polarkreisen die Effecte der $+E$ und $-E$ nach entgegengesetzten Richtungen hin ausgesprochen. *b*) Wenn der geschlossen gewesene magnetische Kreis geöffnet wird, z. B. durch Abziehen des Ankers vom Hufeisen, so entstehen, eben so wie in *a* die elektrischen Polarimpulsionen, bei

denen nun aber $+E$ und $-E$ die entgegengesetzten Richtungen von denjenigen unter a haben. Dabei ist besonders zu bemerken, dafs die Impulsionen in a wie in b nur momentan sind, so wie die magnetische Reaction einer plötzlich entladenen elektrischen Verstärkungsflasche; der dauernd in Schliefsung begriffene magnetische Kreis zeigt keine elektrische Reaction, nur im Momente der Schliefsung oder Oeffnung findet sie statt.

II. Das einfachste Mittel, die obigen Wirkungen zu constatiren, besteht darin, dafs man den Magnet oder den Anker desselben mit einem schraubenförmig gewundenen und mit Seide umsponnenen Drahte aus Kupfer oder irgend einem anderen Metall umgiebt. Es theilt sich alsdann dem Drahte die durch die Zahl der Windungen verstärkte Impulsion mit, und wird an ihm auf folgende Art wahrgenommen. Ein Elektrometer an eins der beiden freien Enden der Drahtwindungen gebracht, hat bis jetzt die Erregung noch nicht gezeigt, und es fragt sich, ob diefs überall je gelingen werde, da diese Art elektrischer Erregung leicht dieselbe seyn kann, wie diejenige der Platte einer galvanischen Ladungskette, die einen Mittelzustand bildet, der nicht mehr durch das Elektrometer, aber auch noch nicht durch ein chemisches Reagenz, sondern allein durch die Wirkungen im geschlossenen Kreise der Kette versichtbart wird. So ist auch hier der Effect bis jetzt nur sichtbar gewesen an den Wirkungen des geschlossenen Kreises, welcher dadurch gebildet wird, dafs man vor der Schliefsung oder Oeffnung des magnetischen Kreises bereits die freien Enden der Drahtspirale durch einen Multiplicator, der um eine Magnetnadel geführt ist, verbindet. Damit wird dieser geschlossene Kreis für sich wieder ein Elektro-Magnet, und zeigt seine Wirkung durch die Ablenkung der Magnetnadel. Diese letztere mufs eine empfindliche Doppelnadel seyn, wenn die Ablenkung gröfsere Elongationen, bei Anwendung mäfsig starker Magnete von 5 bis

15 Pfunden Tragkraft, betragen sollen. Aus der Ablenkungsrichtung der Nadel läfst sich mit Rücksicht auf die Windungsrichtungen des Multiplicators und der Spirale auf die Richtungen der elektrischen Impulsionen im Verhältnifs zu der Lage der Pole des Magneten, von welchem die Wirkung ausgeht, zurück schliefsen. Ich will darüber für dieses Mal, aus Besorgnifs zu weitläufig zu werden, noch nichts sagen; nur soviel sey zu bemerken verstattet, dafs die näheren Bestimmungen über diesen Punkt der Phänomenologie ein höchst beachtenswerthes, interessantes Detail bilden, sich aber in einem einfachen, durchaus constanten und überall mit der vollkommensten Consequenz eintretenden Gesetze concentriren.

Gleich bei den ersten Ergebnissen meiner experimentalen Untersuchungen machte ich die Bemerkung, dafs schon eine partielle Schliefsung an einem Pole während einer blofsen Annäherung des Ankers an den andern Pol, ja dafs selbst eine blofse Annäherung des Ankers an beide Pole ohne Berührung, und bei Zwischenlegen von Pappe oder dergleichen zwischen Magnet und Anker, die Nadel in die normale Ablenkung, wenn gleich schwächer, versetze, und so auch umgekehrt beim Zurückziehen des blofs genäherten Ankers. Da auf diese Weise elektrische Reactionen des Magnets schon bei unvollkommener Schliefsung des magnetischen Kreises bestätigt wurden, so schlofs ich, dafs bei den bekannten Arago'schen Phänomenen, die den unpassenden Namen des Rotationsmagnetismus führen, elektrische Reactionen wesentlich mit im Spiel seyn möchten, und es war mir erfreulich, nachher bei mündlichen Mittheilungen mit Physikern, welche das Nobili'sche Memoire im italiänischen Original gelesen hatten, zu vernehmen, dafs ich diese Ansicht mit Hrn. Nobili, der auf die nämliche Combination verfallen war, theilte. Meine beschränkte Zeit hat mir indefs nicht verstattet, Versuche in dieser Beziehung anzustellen. Ich habe zugleich gehört, dafs in der Nobili'schen

Schrift auch von bewirkten Reactionen mittelst des Magnets auf Froschpräparate die Rede sey, die ich ebenfalls aus Mangel an Zeit, um so mehr als sie neben der Einwirkung auf die Magnetnadel nicht im Mindesten zu bezweifeln sind, unwiederholt gelassen habe. Eine dritte Art der Versichtbarung der magneto-elektrischen Reactionen, die ich dagegen eben so wie Nobili zu Stande gebracht habe, besteht endlich in der Hervorbringung eines wirklichen elektrischen Funkens, den man erhält, wenn man an irgend einer Stelle des geschlossenen Kreises der Spirale eine Lücke anbringt, diese mit Quecksilber ausfüllt, und sodann, wenn der magnetische Kreis geschlossen oder geöffnet wird, unmittelbar darauf aber fast gleichzeitig damit das eine von den in das Quecksilber tauchenden Enden des Drahtes plötzlich heraushebt. Verfehlt man den rechten Zeitpunkt nicht, so sieht man bei Anwendung eines Magnets von etwa 15 bis 20 Pfunden Tragkraft, wie ich mich eines solchen bediente, einen schönen, blitzenden und zugleich durch sein Knistern dem Gehör vernehmbaren Funken, ganz so wie bei der Schliefsung einer etwas grofsplattigen, einfachen galvanischen Kette. Ich will nun die eigenthümliche Abänderung dieser Versuche angeben, die von mir vorgenommen worden, und unter welcher ich auf eine merkwürdige und für mehrere Kenner und Freunde der Physik, die dabei Augenzeugen waren, überraschende Weise, sowohl diesen magneto-elektrischen Funken, als die Ablenkung der Magnetnadel bewerkstelligt habe.

III. Ich fand bald, dafs die den Anker des Magnets umgebende Spirale gar nicht unmittelbar der Oberfläche desselben anliegen dürfe; ich wickelte sie um ein Papierrohr, und trennte dieses noch durch eine dazwischen geschobene Glasröhre von dem Metall, ohne die Wirkung wirklich geschwächt zu sehen. Endlich benutzte ich, als das letzte mir zu Gebot stehende Steigerungsmittel dieser Trennung, eine beinahe 10 Zoll weite kupferne

Spirale, die ursprünglich zu elektro-magnetischen Wirkungen bestimmt ist, und brachte damit alle bisher genannten Erfolge auf das Vollkommenste zu Stande. Die näheren Umstände in Betreff der Zusammenstellung und Wirkung dieses Apparats in der eben genannten Beziehung sind die folgenden.

Die Spirale besteht aus einem Streifen Kupferblech von 1 Zoll Breite und 36 Fuſs Länge, der mit zwischenliegenden Papierstreifen vierzehn Windungen und so einen Reifen von beinahe 10 Zoll Durchmesser bildet. Dieser wurde in horizontaler Lage durch drei kleine hölzerne Untersätze auf der Tischplatte liegend getragen. Von den mit Quecksilbernäpfen versehenen Enden der Spirale liefen zwei eintauchende Kupferdrähte bis an die in einer Entfernung von etwa 2½ Fuſs davon stehende Boussole mit einem Multiplicator und einer Doppelnadel, von der Einrichtung, wie ich sie in meiner neuesten Schrift über den Elektro-Magnetismus beschrieben habe. Endlich brachte ich das magnetische Hufeisen in eine solche Lage, daſs es, in einer Verticalebene stehend, mit den Endpunkten seiner Schenkel in der Perpendiculäraxe des Kupferreifens über und unter dem Centrum desselben sich befand. Der gekrümmte Theil des Hufeisens lag dabei auſserhalb der Peripherie des Spiralreifen, da die Länge vom Anker bis zum Scheitel der Krümmung 8 Zoll, und der Radius der Spirale nur 5 Zoll groſs ist. Auf diese Weise war also die Spirale von dem schlieſsenden Anker rings herum 5 Zoll entfernt, und ganz frei von irgend einer directen und wesentlichen Verbindung mit demselben. Wurde nun einer von den Drähten herausgehoben, und so der durch die elektrische Reaction zu bildende Wirkungskreis unterbrochen, so konnte das Anlegen und Abziehen des Ankers ohne einigen Einfluſs auf die Nadel geschehen; sobald aber der Leitungskreis vollkommen geschlossen war, wurde die Nadel bei jedesmaliger Schlieſsung des magnetischen Kreises um 70°

abgelenkt, und eben so geschah die Ablenkung in entgegengesetzter Richtung bei der Oeffnung des Kreises. Zugleich hatte man es in seiner Gewalt, die Ablenkungsrichtung der Nadel vermöge eines in den Leitungskreis aufgenommenen Gyrotropen, nach meiner Einrichtung, zu bestimmen, ohne an den ganzen Apparat irgend eine Aenderung, als nur das jedesmalige Umlegen des Gyrotropenbiegels, eintreten zu lassen.

Den magneto-elektrischen Funken sah ich auf die oben angegebene Weise an diesem Apparate in solcher Lebhaftigkeit, dafs in der Dunkelheit die nächsten Umgebungen davon mit einem grünlichen Lichte auf einen Moment völlig erhellt wurden.

Substituirte ich, ohne sonst etwas zu ändern, statt der Spirale nur einen einfachen Streifen von Kupferblech, der zum Kreise von 10 Zoll Diameter gebogen an seinen nahe zusammenstofsenden, aber nicht in Berührung gebrachten, Enden mit dem zur Boussole führenden Leitungsdrahte, wie bisher die Spirale, verbunden wurde, so war die Ablenkung der Nadel nur so gering, dafs sie der Wahrnehmung beinahe entging. Ein Beweis, dafs die Wirkung nicht blofs durch schraubenförmige, neben einander liegende, sondern auch durch die hinter einander liegenden Wirkungen der Spirale bedeutend verstärkt wird.

Ich combinirte nun, nachdem die kreisförmige Spirale wieder an ihren ersten Ort gelegt war, mit ihr noch einen zweiten, sonst ganz ähnlichen, nur in Gestalt eines Rechteckes früher gleichfalls zum Behuf elektro-magnetischer Versuche verfertigten Multiplicator, indem ich denselben ebenfalls in horizontaler Lage auf höheren Stativen in einiger Entfernung über dem kreisförmigen Multiplicator ruhen liefs, so jedoch, dafs er sich eben so wie dieser noch zwischen den Schenkeln des Hufeisens befand, und seine Mitte, gleich jenen, in die Gegend des Ankers fiel. Das eine Extrem des unteren Multiplica-

tors wurde nun wie bisher mit der Boussole, das andere hingegen wurde mit demjenigen Extrem des oberen Multiplicators verbunden, von dem aus die Windungen in gleicher Richtung mit den unteren bis zum letzten Extrem fortgingen, welches gleichfalls durch den langen Leitungsdraht mit dem anderen Pol der Boussole in Zusammenhang gebracht wurde. Unter diesen Umständen wurde bei dem Schliefsen oder Oeffnen des magnetischen Kreises die Nadel so stark angetrieben, dafs sie einen ganzen Umlauf machte. Wurde aber die Verbindung des oberen Multiplicators mit dem unteren und der Boussole in entgegengesetztem Sinne hergestellt, so wirkten, wie vorauszusehen war, beide einander entgegen, und die Magnetnadel blieb bei der Schliefsung und Oeffnung des magnetischen Kreises ohne Ablenkung.

Es leidet keinen Zweifel, dafs man diese magnetoelektrischen Reactionen noch in viel gröfseren Entfernungen von dem wirkenden Magneten, als es in diesen Versuchen geschehen ist, wird versichtbaren können; nur mufs dann auch das Hufeisen, oder überhaupt der Kreis der ursprünglichen magnetischen Thätigkeit so grofs seyn, dafs die hintere Seite desselben, so wie in den obigen Versuchen, aufserhalb der Spirale liegt, weil im entgegengesetzten Falle diese hintere Seite auf die ihr zunächst liegenden inneren Theile der Spirale, nach den oben berührten Gesetzen der Impulsionsrichtungen, störend und schwächend einwirken würde.

Diefs wird zugleich durch die folgende Abänderung des Versuchs, die ich vornahm und hier noch anzuführen für nöthig erachte, von einer anderen Seite anschaulich. Ich zog das Hufeisen so weit zurück, dafs die Schlufspunkte ganz aufserhalb der Spirale zu liegen kamen, und der Anker bei der Schliefsung oder Oeffnung zunächst nur auf die Aufsenseite der Spirale in geringer Entfernung von derselben einwirkte. Jetzt war die Ablenkung der Nadel begreiflich, nicht nur die entgegenge-

setzte von derjenigen, die unter sonst gleichen Bedingungen, bei der Schliefsung oder Oeffnung im Centrum der Spirale, stattfand, sondern sie war auch so sehr geschwächt, dafs sie nur wenige Grade betrug, weil die Impulsion unter diesen Umständen einmal nur auf einen kleineren Theil der Aufsenfläche beschränkt bleibt, und weil sie zweitens auf den übrigen Theil der Innenseite der Spirale in entgegengesetzter Richtung geschieht, und dadurch die ohnediefs schwächere Wirkung noch viel mehr verringert.

IV. Endlich machte ich es mir noch zur Aufgabe, zu untersuchen, ob auch der Elektro-Magnetismus in einem in hinlänglicher Nähe befindlichen metallischen Leitungskreise ähnliche elektrische Reactionen, wie der gemeine Magnetismus, hervorrufe. Ich erwartete diefs zwar, überzeugte mich aber zugleich im Voraus davon, dafs jedenfalls die Wirkung verhältnifsmäfsig nur schwach ausfallen müsse, weil dabei überall jeder einzelne wirkende elektro-magnetische Kreis, indem er nicht durch den longitudinalen Schliefsungsdraht, sondern durch einen Querschnitt der Peripherie des letzteren gebildet wird, nicht anders, als entweder ganz innerhalb, oder, wie im eben vorhergehenden Versuche das Hufeisen, ganz aufserhalb des Kreises seiner elektrischen Reaction liegen mufs. Und so fand ich auch meine Ansicht über den Gegenstand durch das Experiment bestätigt. Ich gebrauchte dazu denselben Apparat, dessen ich mich zu den obigen Versuchen bedient hatte. Nur statt des Hufeisens liefs ich eine kleinere Spirale von 4 Zoll Durchmesser aus einem ebenfalls etwa vierzehn Windungen bildenden Kupferstreifen auf die Spirale von 10 Zoll Diameter wirken. Ich legte die kleinere in gleicher Höhe mit der gröfseren concentrisch in diese letztere hinein, und verband die ebenfalls mit Quecksilber versehenen Enden der kleineren Spirale mit den Polen einer einfachen galvanischen Kette meines Siderophors. Wurde der Leitungskreis der äufseren Spirale unterbrochen, so erfolgte beim Schlie-

ſsen oder Oeffnen der galvanischen Kette keine Reaction auf die Nadel, bei hergestellter Integrität desselben aber wich die Nadel jedesmal im Moment der Schlieſsung der galvanischen Kette um 5° bis 6° nach der gesetzlichen Richtung, und eben so auch, nachdem sie während der Schlieſsung auf den Indifferenzstand zurückgekommen war, bei der Oeffnung in entgegengesetzter Richtung ab. Mehrere von mir noch vorgenommene Abänderungen dieses Versuchs übergehe ich mit Stillschweigen, da schon das eben mitgetheilte Ergebniſs hinlänglich seyn wird, die Entscheidung der Hauptfrage auſser Zweifel zu setzen, und ein weit ausgeführtes Detail der Untersuchung eine eigene Abhandlung, die ich in der Folge vielleicht noch besonders liefere, erfordert.

Berlin, den 16. April 1832.

Nachtrag des Verfassers zum vorstehenden Aufsatze.

Eine Abänderung der Bedingungen in der Darstellung der magneto-elektrischen Erscheinungen, welche sich vornehmlich an dem oben in III beschriebenen Apparate mit den beiden combinirten Spiralen ergab, bald nachdem der vorstehende Bericht bereits zum Abdrucke abgeschickt war, ist an sich und im Zusammenhange des Ganzen von solcher Bedeutung, daſs ich mich dadurch auf das Entschiedenste noch zu dieser nachträglichen Mittheilung veranlaſst sehe. Im Vorhergehenden ist nämlich die Entstehungsbedingung der Phänomene darin gesetzt, daſs ein geöffneter magnetischer Kreis geschlossen, oder ein geschlossener geöffnet werde. Daſs aber insbesondere auch bei unvollkommener Schlieſsung, wie unter II bewirkt worden, die elektrische Reaction eintrete, war ein Wink, die Sache noch unter einem allgemeineren

Gesichtspunkte aufzufassen. Bei der unvollkommenen Schliefsung, wenn z. B. ein unmagnetischer Stab von weichem Eisen an den einen Pol eines Hufeisens angelegt wird, rückt offenbar die gleichartige Erregung dieses Pols in dem Stabe von dem angelegten Ende bis zu dem andern noch freien Ende fort. Es war daher ein angemessener Gedanke, der gesprächsweise im Beiseyn von Freunden veranlafst wurde, ob nicht schon die blofse Bewegung eines magnetischen Pols die elektrische Reaction hervorrufen möchte. Mein Apparat mit den 10 Zoll weiten Spiralen war zur nächsten Entscheidung dieser Frage besonders geeignet. Wir bewegten einen geradlinigen perpendiculär gehaltenen Magnetstab etwa mit einer Geschwindigkeit von zwei Fufs in der Secunde durch die Verticalaxe der beiden horizontal liegenden Spiralen von oben nach unten hinab, und sahen sogleich die Frage durch eine eintretende unzweideutige Ablenkung der Magnetnadel von etwa 10° bejahend entscheiden. Der ruhende Stab in seiner Stellung, nachdem er die Tischplatte berührt hatte, festgehalten, afficirte die Nadel, welche nach einigen Schwingungen unterdessen auf den normalen Stand zurückgekommen war, nicht im Mindesten. Als aber darauf der Stab in derselben Lage von unten nach oben herauf bewegt wurde, trat eine eben so unzweideutige Ablenkung der Nadel in entgegengesetzter Richtung ein. Wir überzeugten uns darauf vollends, dafs diese Wirkungen in dem gedachten causalen Zusammenhange standen. Denn als der um die Nadel sich herumziehende magneto-elektrische Kreis an einer Stelle der metallischen Leitung unterbrochen wurde, blieb die Nadel, in Folge ihrer hinlänglichen Entfernung von einer directen Einwirkung des Stabes, bei gleichem mehrmaligen Hinab- und Heraufbewegen des letzteren völlig in Ruhe. Als aber der Kreis wieder geschlossen wurde, hatten wir es vollkommen in unserer Gewalt, die Ablenkungsrichtung der Nadel zu bestimmen, die nach der einen oder anderen

Seite hin erfolgte, je nachdem der eine oder der andere Pol des Stabes bei der Bewegung voranging, und je nachdem diese Bewegung hinab- oder hinaufwärts stattfand.

Es ist also nicht bloſs die Schlieſsung oder Oeffnung eines magnetischen Kreises, sondern überhaupt das Fortrücken der magnetischen Erregung, und schon die bloſse Bewegung eines Magneten durch die freie Luft an einer Metallfläche vorüber (und zwar bei unseren Versuchen in einer fünfzolligen Entfernung), wodurch während der Bewegung in diesem Metalle die elektrischen Transversalimpulsionen hervorgerufen werden.

Zugleich ist hiemit, was zuvor noch vermuthungsweise ausgesprochen worden, daſs nämlich die uneigentlich sogenannten Erscheinungen des Rotationsmagnetismus von dieser magneto-elektrischen Reaction abhängig sind, zu entschiedener Gewiſsheit gebracht.

Ich habe nachher diese durch bloſse Bewegung eines Magneten bewirkte elektrische Reaction in folgender einfachen Weise dargestellt. Ein $4\frac{1}{2}$ Zoll langes, $\frac{1}{2}$ Zoll weites cylindrisches Rohr von Pappe, mit etwa 180 Windungen besponnenen Kupferdrahtes umgeben, dient zu dem Versuche. Werden die beiden 2 Fuſs langen freien Enden der Drahtspirale mit den Enden des Multiplicators am Galvanometer verbunden, so weicht die Nadel, wenn ein kleiner Magnetstab mit mäſsiger Geschwindigkeit in das Rohr bis auf eine bestimmte Tiefe hineingeschoben wird, je nach der Richtung und Wahl des vorangehenden Pols, nach der einen oder anderen Seite hinab. Wird der Magnetstab ganz durch das Rohr hindurch gezogen, so bewirkt der nachfolgende zweite Pol des Stabes mit seinem Fortgange eine der anfänglichen entgegengesetzte Ablenkung der Nadel. Ist die Bewegung schnell, wie z. B. wenn man den Stab durch das senkrecht gehaltene Rohr hindurchfallen läſst, so heben sich beide entgegengesetzte Antriebe beinahe auf.

Es ist zu erwarten, wie weit auswärtige Physiker

nach dem Vorsprunge an Zeit, der ihnen in der Kenntnifs des Phänomens zu Statten kommt, dasselbe verfolgt haben *); denn nach den uns schon jetzt gewordenen Resultaten scheint es, dafs der Schritt bis dahin, wo wir unter pafslichen Vorrichtungen durch die blofse rotirende Bewegung eines Magnetpols successive elektrische Entladungen, oder selbst chemische Zersetzungen hervorzubringen vermögen, weder grofs noch schwierig mehr seyn kann, falls es überhaupt nur möglich ist, den magnetoelektrischen Kreis mit Unterbrechung der metallischen Continuität auf kleine Distanzen blofs durch die Luft oder durch salzige Flüssigkeiten zu schliefsen, worüber ich wenigstens nach meinen bisherigen Untersuchungen in dieser Beziehung noch keine Entscheidung habe.

*) Wie vorauszusehen, hat die einflufsreiche Entdeckung Faraday's auch in Paris ein lebhaftes Interesse erregt. Das mir ganz kürzlich zugekommene Decemberheft der *Ann. de chim. et de phys.* (1831) bringt als Beleg dafür zwei kleine Aufsätze von Becquerel und Ampère, welche namentlich den ersten Satz in der S. 474 mitgetheilten Notiz, nämlich die Erregung eines elektrischen Stromes in einem Metalldraht, d. h. dessen Wirkung auf eine Magnetnadel, vermittelst Einwirkung des Schliefsdrahtes einer galvanischen Kette (statt des Magnetstabes), bestätigen. Um das Erscheinen des gegenwärtigen Hefts nicht zu verzögern, mufsten diese Aufsätze dem nächstfolgenden vorbehalten bleiben. *d. H.*

VI. *Ueber die Umbildung der Cyanwasserstoffsäure und der Cyanüre in Ammoniak und Ameisensäure;*

von Hrn. J. Pelouze.

(Auszug aus den *Ann. de chim. et de phys. T. XLVIII p.* 395.)

Die Gleichheit der Zusammensetzung des ameisensauren Ammoniaks ($C^2O^3H^2+N^2H^6$) und einer Lösung von Cyanwasserstoffsäure in 3 At. Wasser ($C^2N^2H^2+O^3H^6$), so wie die von Kuhlmann *) beobachtete Bildung von chlorwasserstoffsaurem und schwefelsaurem Ammoniak bei Wirkung von Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure auf Cyanwasserstoffsäure, gaben die Anregung zu folgenden Versuchen.

Wasserfreie, nach Gay-Lussac's Vorschrift bereitete, Cyanwasserstoffsäure wurde mit etwa gleichem Volumen rauchender Chlorwasserstoffsäure vermischt. Nach 4 bis 5 Minuten gestand die Flüssigkeit, unter merklicher Wärmeentbindung, zu einer krystallinischen Masse. Diese, der Destillation unterworfen, verflüchtigte sich gänzlich, und gab dabei nach einander: Cyanwasserstoff, Ameisensäure und chlorwasserstoffsaures Ammoniak. Die Gegenwart der Ameisensäure in dem flüssigen Destillat ergab sich daraus, dafs dieses, mit Quecksilberoxyd erhitzt, eine lebhafte Entwicklung von Kohlensäure veranlafste; zwar wurde das Quecksilberoxyd nicht, wie bei reiner Ameisensäure, reducirt, sondern in Chlorür verwandelt. Diefs rührte aber, wie ein Gegenversuch erwies, von der Anwesenheit des Quecksilberchlorids her.

Schwefelsäure wirkt ähnlich auf Cyanwasserstoffsäure, nur schwieriger und langsamer. Bei Destillation des Gemisches erhält man, aufser unzersetzter Cyanwas-

*) S. diese Annalen, Bd. XVI (92) S. 367.

serstoffsäure, Ameisensäure, doch mufs man dasselbe zuvor mit Wasser verdünnen, auch keinen zu grofsen Ueberschufs von Schwefelsäure angewandt haben, weil man sonst statt der Ameisensäure nur Kohlenoxyd und Wasser bekommt.

Diese Erscheinungen erklären, weshalb bei Bereitung der Cyanwasserstoffsäure aus Quecksilbercyanid einerseits die Ausbeute an Säure, und andererseits die Beschaffenheit des Rückstands oft so ungleich ausfällt *); noch bestimmter lehren die folgenden Versuche, dafs man hiebei die Chlorwasserstoffsäure nicht im Ueberschufs nehmen darf.

Eine Proportion Quecksilbercyanid, behandelt mit einer Proportion schwach rauchender Chlorwasserstoffsäure, deren Stärke zuvor durch Sättigung bestimmt worden war, gab sehr nahe eine Proportion Cyanwasserstoffsäure und eine Proportion Quecksilberchlorid, und folglich weder Ameisensäure noch Ammoniaksalz. Bei Anwendung von Chlorwasserstoffsäure im Ueberschufs wurde dagegen nur sehr wenig Cyanwasserstoffsäure erhalten, aber auch Ameisensäure und chlorwasserstoffsaures Ammoniak, welches letztere sich mit dem Quecksilberchlorid zu Alembrothsalz verband.

Eben so verhielt es sich mit Cyankalium. Ward die Chlorwasserstoffsäure in Ueberschufs angewandt, bestand der Rückstand aus Chlorkalium und Salmiak; im entgegengesetzten Fall fehlte letzteres.

Die Umwandlung der Cyanwasserstoffsäure, unter Einflufs von Wasser und Säuren, in ameisensaures Ammoniak veranlafste die Aufsuchung ähnlicher Fälle, und dadurch die Auffindung eines sehr merkwürdigen, den das Cyankalium darbietet.

Wird eine concentrirte Auflösung von Cyankalium

*) Ob die bald so rasche, bald so langsame freiwillige Zersetzung der so bereiteten Cyanwasserstoffsäure von einem Gehalt an Ameisensäure herrühre, beabsichtigt der Verfasser künftig zu untersuchen.

bei Ausschlufs der Luft in Sieden gehalten, so zersetzt sie sich; indem 1 Proportion Cyankalium auf 4 Prop. Wasser wirkt, entstehen 1 Prop. Ammoniak und 1 Prop. ameisensaures Kali. Diese, alleinig durch das Sieden der Flüssigkeit bewirkte Zersetzung, geschieht anfangs sehr rasch, wird aber allmälig immer langsamer, und ist erst nach oftmaliger Erneuung des verdampften Wassers vollendet.

Völlig trocken und vor dem Zutritt der Luft geschützt, läfst sich bekanntlich das Cyankalium ohne Zersetzung glühen, so stark wie man will; allein der Zusatz eines Ueberschusses von Aetzkali bewirkt, auch hier, wie vorhin, Bildung von Ammoniak und ameisensaurem Kali, welches letztere, bei Verstärkung des Feuers, sich etwas vor der dunkeln Rothgluth zersetzt, und zwar so, dafs es *einer* Proportion von dem im Aetzkali enthaltenen Wasser *eine* Proportion Sauerstoff raubt, und dadurch, unter Entwicklung *zweier* Proportionen Wasserstoffgas, in *zwei* Proportionen kohlensaures Kali übergeht *).

Feuchtes Cyanquecksilber giebt bei Erwärmung zwar auch etwas Ameisensäure; allein der gröfste Theil derselben wird durch das Quecksilberoxyd zersetzt, und es erfolgt daraus, aufser der Bildung von Ammoniak und Cyansäure, Entwicklung von Kohlensäure, die man beobachtet, und Reduction des Oxyds.

Das ameisensaure Ammoniak, wiewohl es genau die Zusammensetzung von einer Lösung von Cyanwasserstoffsäure in 3 Proportionen Wasser hat, liefert mit Eisensalzen kein Berlinerblau, und besitzt auch keine giftigen Eigenschaften, wie Hr. Pelouze theils an sich erprobte, da er ein Gramm in Wasser gelöst ohne Beschwerde ein-

*) Für die Berlinerblau-Fabrikanten gehen daraus die Vorschriften hervor: 1) beim Glühen der thierischen Stoffe mit Kali, letzteres nicht in Ueberschufs zu nehmen, und 2) den Rückstand nicht mit Wasser zu kochen, noch heifs in Wasser zu schütten, sondern kalt auszulaugen und vor dem Abdunsten die schwefelsaure Eisenlösung hinzuzusetzen.

nahm, theils durch Hrn. Kunckel, d. Sohn, an Thieren mit gleich negativem Erfolge erproben liefs *).

Das ameisensaure Ammoniak ist weifs, sehr löslich in Wasser und von frischem stechenden Geschmack. Bei 120° C. schmilzt es vollkommen, bei 140° giebt es ein wenig Ammoniak ab, und bei 180° C. zerfällt es in Cyanwasserstoffsäure und Wasser. Nimmt man diese Operation in einer langen, engen Röhre vor, die in bis 180° bis 200° C. erhitztes Quecksilber gesteckt ist, so bleiben nur Spuren von ameisensaurem Ammoniak unzersetzt. Das Product der Destillation ist eine ungemein concentrirte Cyanwasserstoffsäure, die weniger als ihr Gewicht an Wasser enthält. Diese Zersetzung kann nicht besser als mit der des salpetersauren Ammoniaks in Wasser und Stickstoffoxydul verglichen werden, und geschieht eben so leicht wie diese.

*) Hr. Pelouze erinnert hiebei an die Erfahrung einiger Aerzte, dafs mit Wasser verdünnte Blausäure nicht immer giftig wirke; er hält dadurch die Annahme für erlaubt, es könne dieselbe wohl in solchen Fällen in ameisensauren Ammoniak übergegangen seyn.

Zur Kupfertafel V.

Fig. 14 stellt Prof. Liebig's Apparat zum Sättigen von Flüssigkeiten mit Gasen vor.

Fig. 15 ist der Apparat zu Rectificationen.

Eine Anwendung beider Vorrichtungen auf die Darstellnng des Chlorals findet sich im vorhergehenden Hefte, S. 252, beschrieben.

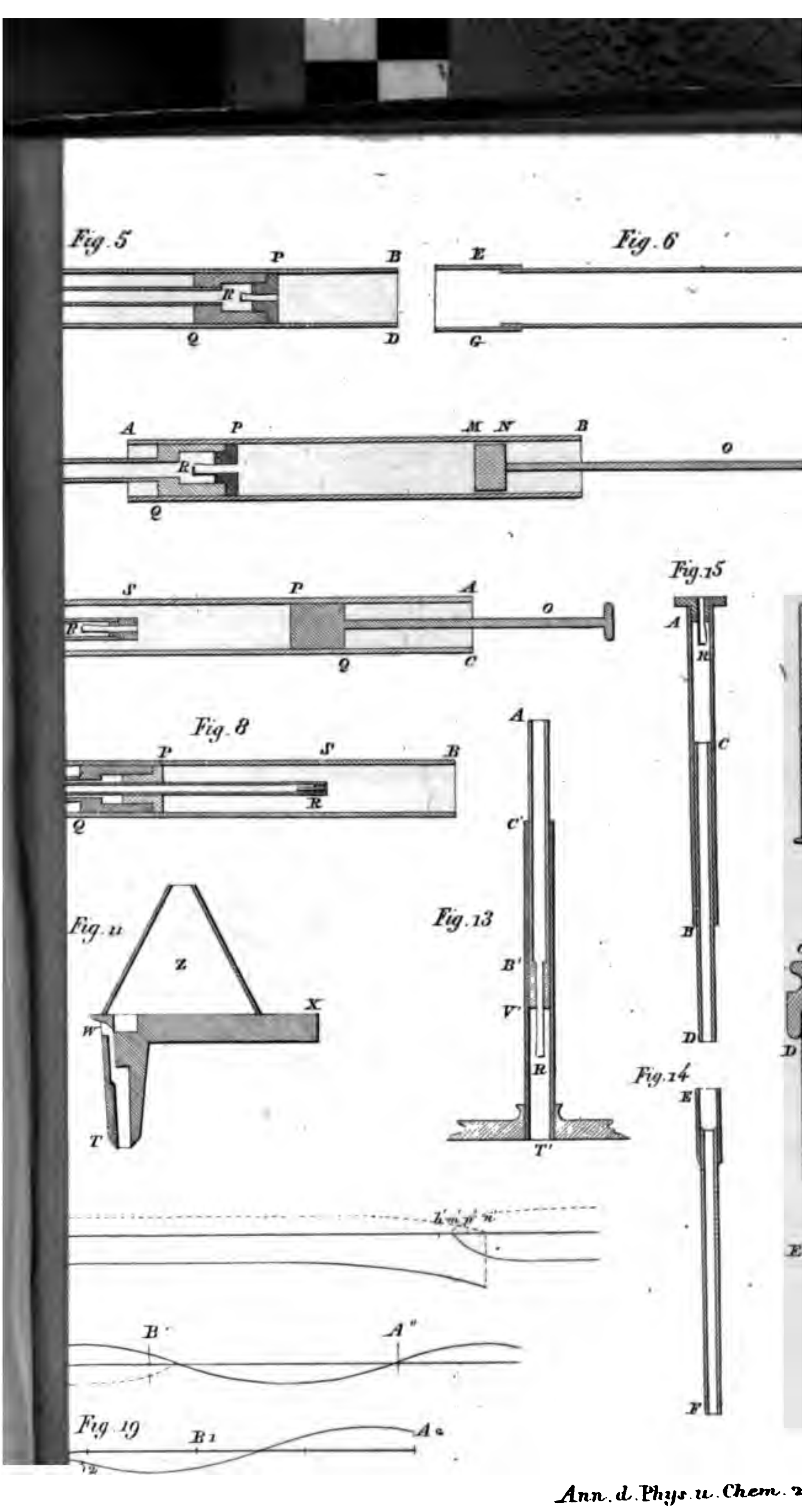
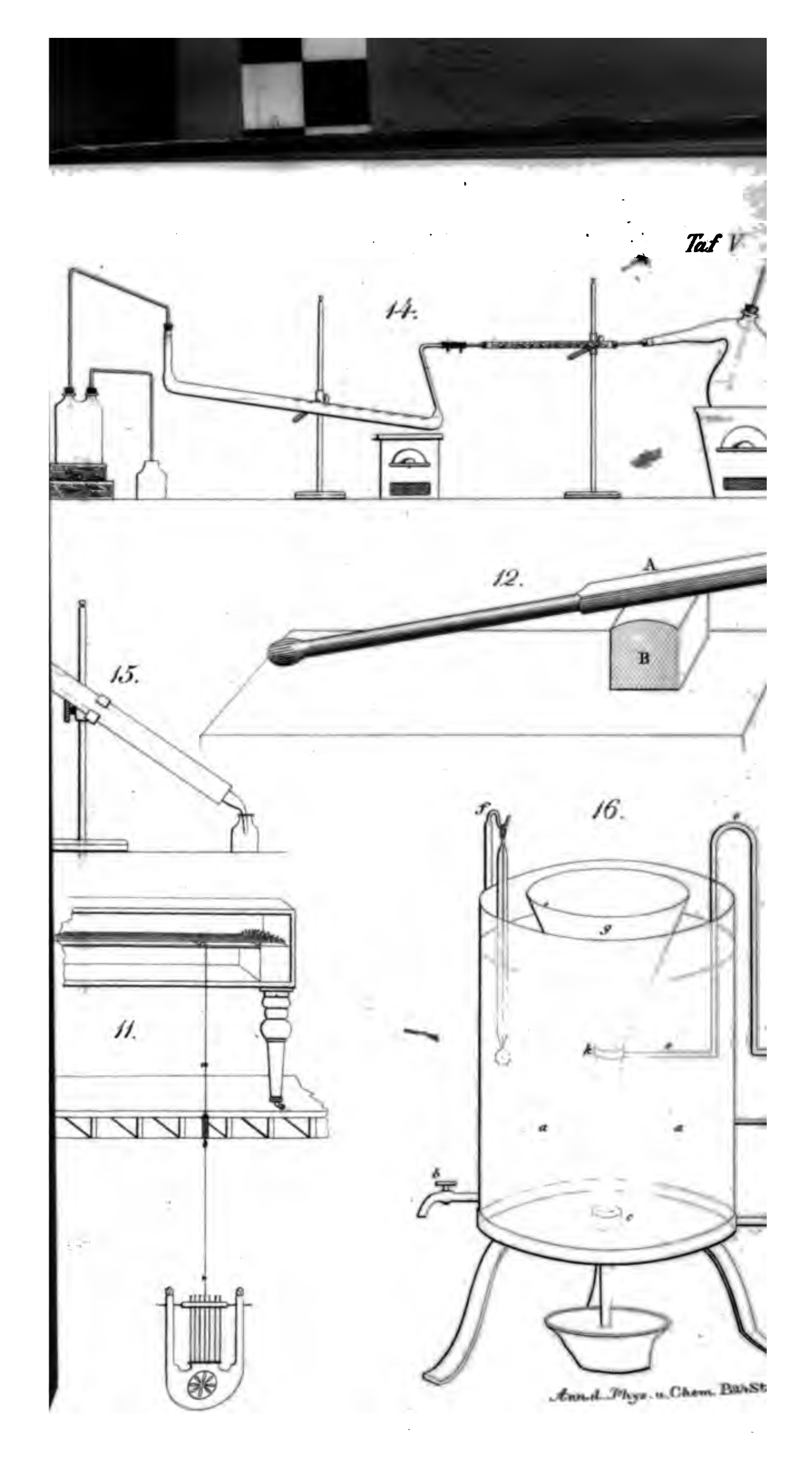
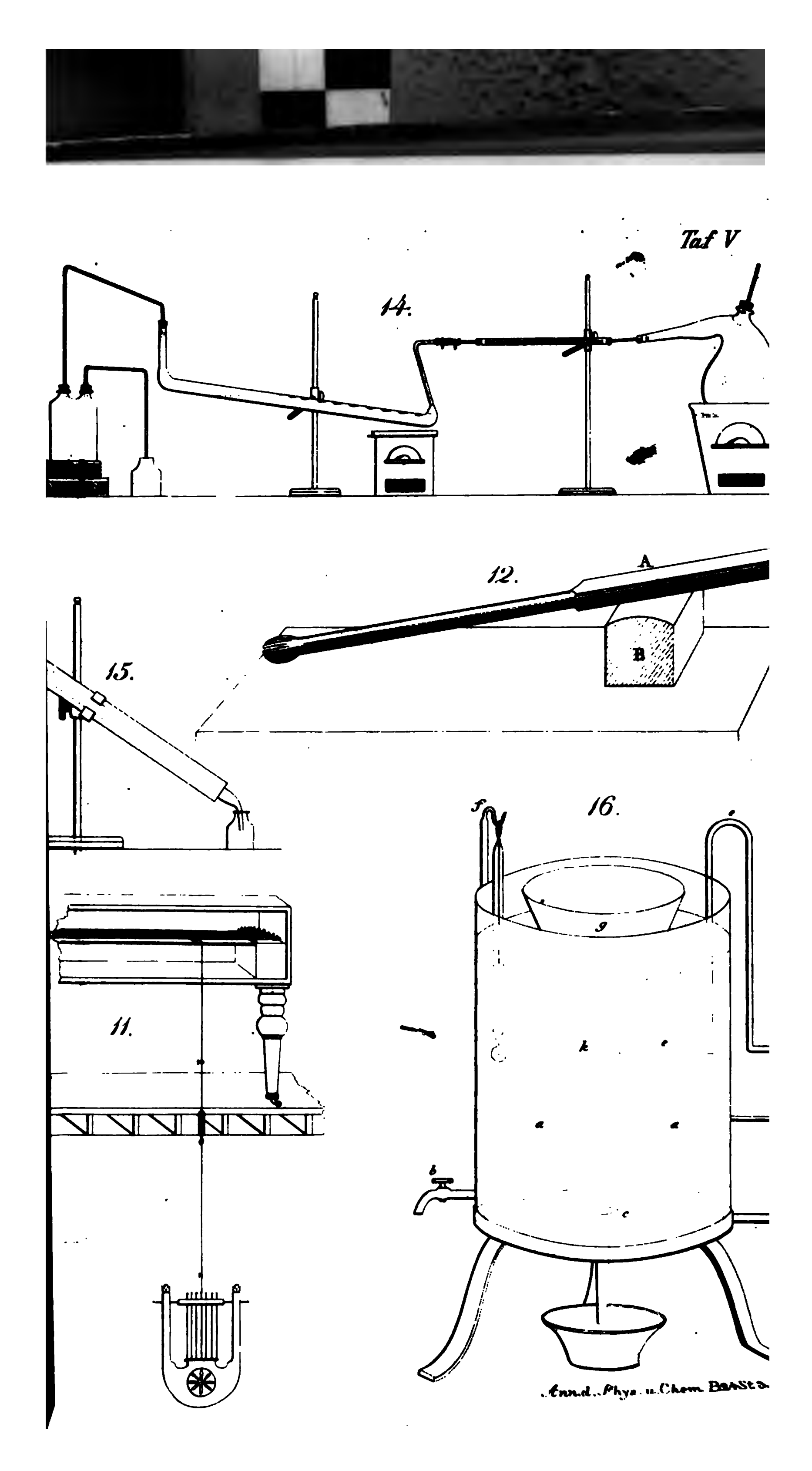


Fig. 5
Fig. 6
Fig. 8
Fig. 11
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 15
Fig 19



Taf V
14.
12.
A
B
15.
16.
f
g
k
e
a
a
b
c
11.
Ann.d. Phys. u. Chem. Bd.St


Taf V
14.
12.
A
B
15.
16.
f
g
k
e
a
a
b
c
11.
Ann.d. Phys. u. Chem. Bd. S.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

BAND XXIV. STÜCK 4.

DER GANZEN FOLGE HUNDERTSTEN BANDES VIERTES STÜCK.

1832. *No.* 4.

NEBST EINER KUPFERTAFEL.

LEIPZIG.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.



I n h a l t.



Von diesen der Physik und Chemie gewidmeten Annalen, welche mit den von Gren und Gilbert herausgegebenen Zeitschriften eine seit 1790 bestehende ununterbrochene Reihenfolge bilden, erscheinen im Laufe des Jahres zwölf Hefte von der Einrichtung des gegenwärtigen, durchschnittlich zehn Druckbogen stark.

Der Preis für den ganzen Jahrgang von zwölf Heften oder drei Bänden ist auf 9 Rthlr. 8 gGr. festgesetzt.

Beiträge für die Annalen bittet man entweder an die Verlagshandlung (Joh. Ambros. Barth) in Leipzig oder an den Herausgeber in Berlin zu addressiren.

ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1832, VIERTES STÜCK.

I. *Chemische Untersuchungen als Beiträge zur Physiologie der Cholera;*
von C. Wittstock.

Als die Cholera im vorigen Herbst bis Berlin vorgedrungen war, und mir vom Hrn. Regierungs-Medicinalrath Dr. Albers der Antrag gemacht wurde, die zur näheren Untersuchung dieser Krankheit erforderlichen chemischen Zerlegungen zu übernehmen, ergriff ich mit Begierde diese Gelegenheit, um, so viel ich vermochte, Etwas zur Lösung dieses pathologischen Räthsels beizutragen; wiewohl ich mir nicht verhehlen konnte, wie schwierig und unvollkommen eine Arbeit dieser Art seyn würde.

Die von mir unternommenen Untersuchungen betreffen: 1) das Blut von Cholerakranken und Choleraleichen; 2) die im Magen und Darmkanal von letzteren gefundenen Substanzen; 3) die durch Erbrechen und den Stuhlgang entleerten Flüssigkeiten; 4) den von Cholerakranken gelassenen Harn; 5) die Galle von Choleraleichen; 6) die von Cholerakranken ausgeathmete Luft.

Durch die Güte des vorbenannten Arztes wurde ich in den Stand gesetzt, die erforderlichen Substanzen so oft als nöthig war aus den in Berlin errichteten Cholera-

hospitälern zu erhalten. Es wird deshalb auch keiner weiteren Versicherung bedürfen, dafs die untersuchten Flüssigkeiten sämmtlich von Kranken genommen waren, welche an ausgebildeter Cholera litten. Auch bemerke ich noch, dafs ich jede einzelne Untersuchung mehrmals wiederholt habe, bevor ich das Resultat niederschrieb. Ich theile übrigens die Resultate als chemische Thatsachen mit, ohne mir eine physiologische oder pathologische Deutung derselben zu erlauben.

Chemische Untersuchung des kranken Bluts.

Ich gebe hier zunächst die Untersuchung des Bluts von einem jungen Manne von 27 Jahren, der an ausgebildeter Cholera litt, aber geheilt wurde, um das dabei von mir befolgte Verfahren auseinanderzusetzen und die anderweitigen Resultate daran knüpfen zu können.

Diefs Blut, durch Venaesection erhalten, betrug an Gewicht 5012 Gran, und glich in seiner äufseren Beschaffenheit einem gesunden Blut. Der abgesetzte Blutkuchen, wiewohl er im Innern etwas dunkler als gewöhnlich war, hatte sogar an seiner Oberfläche jene scharlachrothe Färbung, die das gesunde Blut immer auszeichnet, und durch Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft entsteht. Das Blut wurde zunächst in Blutkuchen und Serum geschieden. Unsere Methoden, diese Sonderung zu bewerkstelligen, sind indefs alle so unvollkommen, dafs die gefundenen Verhältnisse beider Stoffe nur als angenäherte betrachtet werden können. Man kann wohl das Serum frei von Blutroth und Faserstoff, allein niemals den Blutkuchen frei von Serum erhalten. Die Trennung von Cruor und Serum bewerkstelligte ich auf folgende Weise.

Ich liefs das Blut in ein gewöhnliches Becherglas strömen, bedeckte es sorgfältig, um jede Verdunstung und somit jede Zunahme in der Dichtigkeit des Serums zu vermeiden. Am ersten Tage schieden sich von

den 5012 Gran Blut 1106 Gran Serum ab, am zweiten Tage 489 Gran, und am dritten Tage 235 Gran. So zerfiel das Blut in:

Serum	1830	36,5
Blutkuchen	3182	63,5.

Das abgeschiedene Serum war klar und gelblich; nur die zuletzt erhaltene Menge hatte sich von etwas aufgenommenem Blutroth röthlich gefärbt. Es reagirte *deutlich alkalisch* auf geröthetes Lackmuspapier, und hatte das specifische Gewicht 1,0385. Hundert Gran dieses Serums hinterliefsen 12,75 Gr. einer bernsteingelben, halbdurchsichtigen, und, nach dem Trocknen, hornartigen Masse.

Nach Berzelius besitzt das Serum eines gesunden Menschen ein specifisches Gewicht =1,027 bis 1,029, und beträgt seinem Gewicht nach drei Viertel des Bluts, während das übrige Viertel aus Blutkuchen im feuchten Zustande besteht.

Serum von dem specifischen Gewicht 1027 bis 1029 hinterläfst nach völligem Eintrocknen 9,5 fester Substanz, während das Serum unserer Cholerakranken, welches ein specifisches Gewicht =1,0385 hatte, 12,75 trokkene Masse gab. Diefs zeigt einen Wasserverlust von 25,5 Procent an, vorausgesetzt, die Bestandtheile des Bluts verbinden sich ohne Volumensänderung. Beträgt der Serum-Gehalt des gesunden Bluts 75 Procent, wie Berzelius angiebt, so würde unser Cholerakranker an seinem Blute 19 Procent, oder an seiner ganzen Blutmasse, wenn man sie auf 30 Pfund anschlägt, 5,7 Pfund Wasser verloren haben.

Aus dem spec. Gewicht 1,0385 würde sich dagegen für das Serum ein Wasserverlust von 29,1 Proc. und ein Gehalt an fester Masse von 13,4 Proc. ergeben, was bewiese, dafs das Serum aufser dem Wasser auch etwa 0,7 Proc. fester Bestandtheile verloren hatte.

Das Cholerablut giebt niemals seinen ganzen Serumgehalt beim Coaguliren ab, wie man diefs bald an der

sehr geringern Festigkeit des zurückbleibenden Cruors bemerkt. Auf der Höhe der Krankheit sieht man sogar das abgelassene Blut kaum mehr coaguliren. Wahrscheinlich sondert sich also das Serum desto schwieriger vom Blutkuchen, je dichter es durch Absetzung seiner wäfsrigen Bestandtheile bereits geworden ist. Aus diesem Grunde werden sich auch niemals die Verhältnisse vom Serum und Cruor des Cholerabluts so genau ermitteln lassen, dafs man daraus den Verlust an wäfsrigen Bestandtheilen mit Sicherheit herleiten könnte. Ich habe versucht, diesen Verlust dadurch kennen zu lernen, dafs ich eine gegebene Menge des eben gelassenen Bluts eintrocknete. Das Blut von unserem Kranken hinterliefs 26,5 Procent ganz trockner Masse.

Nach Dumas und Prevost enthält das gesunde Blut 21,61 fester Bestandtheile und 78,39 Wasser. Wenn nun 21,61 fester Bestandtheile 100 Theilen Blut entsprechen, so werden die 26,5 Th. voraussetzen 122,6 Th. Blut, und diese 122,6 hätten 22,6 Th. an Wasser verloren, was auf Hundert 18,5 Procent ausmacht, und auf die gesammte Blutmasse eines Menschen (30 Pfund nämlich) 5,55 Pfund Wasser. Man sieht, wie nahe der durch Erfahrung aufgefundene Feuchtigkeitsverlust des Cholerabluts mit jenem zusammentrifft, der sich aus dem Serum ergiebt, wenn man dessen Menge, mit Berzelius, auf 75 Procent des Bluts annimmt.

Die Vermuthung, dafs der Blutkuchen des Cholerabluts noch sehr viel Serum enthalte, machte den Versuch nothwendig, die relative Menge des Faserstoffs im Blutkuchen sowohl des gesunden wie des kranken Blutes zu bestimmen. Gewogene Mengen beider wurden daher gleich lange mit Wasser ausgewaschen, und dann getrocknet. So wurden aus dem Blutkuchen unseres Cholerakranken 6 Procent, aus dem mehrerer gesunden Menschen aber durchschnittlich 13 Proc. Faserstoff erhalten. Die oben angegebene Menge von 63,5 Proc. Blutkuchen

mufste hiernach über die Hälfte Serum enthalten. Es verdient noch bemerkt zu werden, dafs der Faserstoff aus dem Cholerablut niemals durch das Waschen so weifs wird, wie der des gesunden Bluts, dafs er auch viel weniger dicht ist und sich weit schwieriger vom Farbstoff trennt.

Prüfung des Blutkuchens auf Kohlensäure oder irgend eine andere freie Säure.

Der Apparat hiezu bestand aus einer kleinen Tubulat-Retorte, deren Schnabel ein verlängertes knieförmiges Rohr bildete, das unter einer kleinen, mit frisch bereitetem Kalkwasser gefüllten Flasche mündete. Die Retorte wurde, nachdem 4 Loth Blutkuchen hineingebracht worden, im Dampfbade erhitzt. Das Kalkwasser trübte sich nicht im Mindesten, und nur nach langem Erhitzen setzte sich an der Mündung des Rohrs ein Anflug von kohlensaurem Kalk ab, der sicherlich aber blofs durch den Kohlensäuregehalt der im Apparat enthaltenen atmosphärischen Luft entstanden war.

Eine gleiche Menge Blutkuchen wurde in demselben Apparate und ebenfalls im Dampfbade einer gewöhnlichen Destillation unterworfen, und das Destillat von Zeit zu Zeit abgenommen. Zuerst ging ein trübes Wasser über, das die Wände des Apparats nach Art der meisten destillirten Wässer fettig machte. Es besafs den eigenthümlichen Geruch des Bluts, gemischt mit dem des gekochten Eiweifses, und setzte nach einiger Zeit Haufwerke von Flocken ab. Die ersten Destillate reagirten durchaus nicht sauer; vielmehr zeigte sich eine bestimmte *alkalische* Reaction, als der coagulirte Blutkuchen ziemlich trocken zu werden anfing. Als dieser hierauf mit einer gewissen Menge Wasser angerührt und nun wieder einer ferneren Destillation unterworfen wurde, ging ein stets alkalisches Destillat über, aus welchem, nachdem

es mit Salzsäure vermischt und abgedampft worden war, Krystalle von *salzsaurem Ammoniak* anschossen.

Da Herrmann den Blutkuchen, sowohl von Gesunden wie von Cholerakranken, stets sauer reagirend gefunden hat, so könnte man vielleicht die Richtigkeit der obigen Erfahrung in Zweifel ziehen; zahlreiche Wiederholungen desselben Versuchs gaben aber stets das nämliche Resultat. Von der Wahrheit desselben kann man sich überdiefs leicht überzeugen, wenn man Serum oder Blutkuchen in einer Glasröhre über der Lampe coaguliren läfst, und über dem Coagulum einen mit Salzsäure befeuchteten Glasstab hält; sogleich entstehen dicke Nebel. Dasselbe Verhalten zeigen Blutkuchen und Serum, von Cholerakranken wie von Gesunden, wenn diese Substanzen mit wenigem aufgelösten kohlensauren Kali vermischt werden, was unbestreitbar auf die Gegenwart eines Ammoniaksalzes hindeutet.

Da das Serum als ein Natron-Albuminat angesehen werden kann, und sich bekanntlich aus ihm, so wie es coagulirt ist, eine gewisse Menge Natron durch Wasser ausziehen läfst, so ist es sicher diese Base, welche bei der Erhitzung des Bluts zerlegend auf das in ihm enthaltene Ammoniaksalz wirkt, und Ammoniak entbindet.

Wenn sich nun durch eine einfache Destillation des Bluts keine freie Säure erhalten läfst, und es entschieden ist, dafs das vom Blutkuchen getrennte Serum stets deutlich alkalisch reagirt (wie alle Schriftsteller angeben, und ich bei meinen zahlreichen Versuchen bestätigt fand), niemals aber eine vollständige Trennung des Blutkuchens vom Serum durch die bis jetzt bekannten Mittel erlangt werden kann; so ist gewifs keine saure Reaction des Bluts, weder von Gesunden noch von Cholerakranken, gedenkbar; vielmehr mufs man den Blutkuchen als eine mit alkalischer Flüssigkeit (dem Serum) ganz durchtränkte Substanz ansehen.

Blut mit kohlensauren Alkalien zu behandeln, und

aus der entwickelten Menge Kohlensäure die freie Säure des Bluts berechnen zu wollen, scheint mir wenig zuverlässig, da bekanntlich der Faserstoff bald die Rolle einer Base, bald die einer Säure übernimmt, und im letzteren Falle eine Verbindung des Faserstoffs mit dem Alkali eintreten, und dadurch also ebenfalls Kohlensäure ausgeschieden würde. Aus diesen Gründen habe ich denn auch keine weiteren Versuche über die saure Reaction des Blutkuchens angestellt.

Destillation des Cholera-Blutkuchens mit Schwefelsäure.

Die vorhin erwähnte einfache Destillation des Bluts wurde fortgesetzt, nachdem ein Loth concentrirter Schwefelsäure, verdünnt mit etwas Wasser, hinzugesetzt worden war. Zuerst ging eine durchaus neutrale trübe Flüssigkeit über, welche die Wände der Vorlage fettig machte. Bei Vermischung derselben mit einer neutralen Lösung von salpetersaurem Silberoxyd, zeigte sich nach kurzer Zeit eine violette Färbung, gerade wie es bei einigen destillirten Wässern der Fall ist, in Folge der desoxydirenden Wirkung der in ihnen enthaltenen organischen Substanzen auf das Silbersalz. Bei fortgesetzter Destillation ging eine saure Flüssigkeit über, in der sich die Gegenwart von Salz- und Schwefelsäure erkennen liefs, und zuletzt wurde der Geruch von schwefliger Säure und brenzlicher Essigsäure bemerkbar.

Die zuerst abgenommenen Portionen des Destillats, d. h. diejenigen, welche noch keinen brenzlichen Geruch besafsen, konnten organische Säuren enthalten. Um diese aufzufinden, sättigte ich das Destillat genau mit kohlensaurem Kali, dunstete die Flüssigkeit ab, und setzte sie zum Krystallisiren hin. Es wurden keine anderen Krystalle als die von Chlorkalium und von schwefelsaurem Kali erhalten. Die nicht mehr krystallisirende Mutterlauge wurde eingetrocknet und mit absolutem Alkohol

ausgezogen. Nach Verdunstung des Alkohols blieb eine zerfliefsliche Salzmasse zurück, welche noch Spuren von Chlorkalium enthielt, und bei Uebergiefsung mit Schwefelsäure undeutlich den Geruch nach Essigsäure bemerken liefs, auch bei Erhitzung nach Art der organischen Salze verbrannte. Bei Versetzung dieser Mutterlauge mit sehr wenig Eisenchlorid entstand eine merklich tiefere Röthung, als es bei essigsauren Salzen der Fall ist. Kochend mit einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul vermischt, entstand ein grauer Niederschlag, und in der darüberstehenden Flüssigkeit zeigten sich Spuren silberglänzender Blättchen, ohne Zweifel von essigsaurem Quecksilberoxydul.

Diese Erscheinungen, die sich mir auch bei gleicher Behandlung des Blutes gesunder Personen zeigten, sprechen ziemlich sicher für die Gegenwart von essigsauren Salzen im Blute, doch möchte es gewagt seyn, diefs, vor Wiederholung solcher Versuche im Grofsen, mit Bestimmtheit auszusprechen, da auch milchsaure Salze diese Resultate hätten herbeiführen können.

Behandlung des Cholera-Blutkuchens mit absolutem Alkohol

Acht Loth des oft erwähnten Blutkuchens wurden so lange mit absolutem Alkohol digerirt, als dieser noch etwas davon aufnahm. Die Auszüge waren farblos, reagirten nicht auf gefärbte Papiere, und hinterliefsen nach freiwilligem Verdunsten zuerst ein krystallinisches Fett, dann schofs ein Gemenge von Chlorkalium und Chlornatrium an, und zuletzt setzte sich ein weifses, pulverförmiges und ein dünnflüssiges gelbes Fett aus einer flüssigbleibenden Mutterlauge ab. Sowohl das feste krystallisirte und pulverige, wie das dünnflüssige Fett war leicht löslich in Alkohol und Aether, und diese Lösungen reagirten sauer. Das dünnflüssige Fett liefs sich bald verseifen; nicht so das feste, das nur theilweise in Aetz-

lange löslich war. Beide Fettarten hinterliefsen nach dem Einäschern eine alkalisch reagirende Kohle, was gewifs darauf hindeutet, dafs beide nur saure Salze von fetten Säuren waren.

Die vorhin erwähnte Mutterlauge war wenig gelb gefärbt, und reagirte entschieden sauer, entweder in Folge eines Gehalts von aufgelöster saurer Seife, oder der Gegenwart eines Ammoniaksalzes. Durch mehrmaliges Abdunsten der Mutterlauge und Auflösen des Rückstandes in Wasser liefs sich keine saure Seife absondern; als aber die Mutterlauge mit ein wenig kohlensaurem Kali gemischt wurde, entwickelte sich augenblicklich Ammoniak.

Die Mutterlauge konnte aufserdem Harnstoff, Galle und milchsaure Salze enthalten, eben so Fleischextract, welches letztere sich auch durch den von Gallustinktur bewirkten Niederschlag zu erkennen gab. Es wurde daher die Mutterlauge mit Salpetersäure gemischt und einer sehr niederen Temperatur ausgesetzt. Es schied sich jedoch kein Harnstoff ab, noch zeigten sich jene Farbenveränderungen in Grün und Blau, wodurch sich jedesmal die Gegenwart der Galle ankündigt. Als die Mutterlauge siedend mit einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul zusammengebracht wurde, gab sie zuerst einen grauen Niederschlag und später einige silberglänzende Blättchen von essigsaurem Quecksilberoxydul. Bei Vermischung der Mutterlauge mit concentrirter Schwefelsäure erhoben sich zwar stechend riechende Dämpfe, in denen aber die Essigsäure nicht deutlich zu erkennen war. Erst mit Kalkwasser und dann mit Ammoniak versetzt, liefs die Mutterlauge eine geringe Menge von phosphorsaurem Kalk gewinnen.

Durch die Behandlung des Blutkuchens mit absolutem Alkohol sind demnach folgende Substanzen ausgeschieden worden:

1) Ein festes krystallinisches Fett,

2) Ein gelbes dünnflüssiges Fett,

3) Chlorkalium,
4) Chlornatrium,
5) Milchsaures Natron und Ammoniak,
6) Fleischextract,
7) Spur von phosphorsauren Salzen.

Auch diese Untersuchung wurde, wie alle vorhergehenden, durch gleichzeitig mit gesundem Blute angestellte Versuche gleichsam controlirt. Es zeigte sich aber bei der Behandlung beider Blutarten nach der beschriebenen Weise keine Verschiedenheit in Rücksicht auf Qualität. Der einzig wahrnehmbare Unterschied bestand darin, dafs der Blutkuchen von Cholerakranken 31 Procent, der von Gesunden aber 38 Proc. trockner Substanz nach der Behandlung mit Alkohol zurückliefs. Das Gesammtgewicht der aus dem gesunden Blutkuchen durch Alkohol ausgezogenen Bestandtheile war etwas gröfser als bei dem cholerakranken, und diese Beobachtung rechtfertigt die Annahme, dafs letzterer von geringerer Festigkeit sey, und sich auch schwieriger vom Serum trennen lasse.

Untersuchung des Serums vom Cholerablut.

Ward das Serum, unseres Cholerakranken, das ein spec. Gew. =1,0385 hatte, coagulirt, so bemerkte man, dafs die geronnene Masse viel dichter war, als die des Serums Gesunder, ohne Zweifel wegen seines geringeren Wassergehalts. Denn, wie erwähnt, hinterliefs es nach dem Eintrocknen 12,75 Proc. trockner Masse, während das gesunde Serum dabei nur 9,5 Proc. zurückläfst. Das trockne Serum mit Wasser gekocht, gab eine stark alkalisch reagirende Flüssigkeit, die, mit Essigsäure gesättigt, eingedunstet und mit Alkohol ausgezogen, essigsaures Natron lieferte. Dasselbe geschieht mit dem Serum des gesunden Bluts; auch verhält sich dieses gegen die bekannten Reagenzien durchaus eben so wie das Serum von Cholerakranken. Letzteres gab auch, mit absolu-

tem Alkohol ausgezogen, dieselben Resultate, wie der Blutkuchen bei gleicher Behandlung.

Die specifischen Gewichte des Serums vom Blute einiger Cholerakranken waren folgende:

Serum vom Blute eines 20jährigen Mannes, das wenige Stunden vor dessen Tod durch Venaesection erhalten worden war, besafs die Dichtigkeit =1,0447, und hinterliefs nach völligem Austrocknen 16,5 Procent fester Masse.

Serum eines Mannes, der nicht an der Cholera starb, dieselbe aber in der ausgebildetsten Form hatte, besafs ein specifisches Gewicht =1,041, und lieferte 14,5 Proc. trockner Masse.

Serum eines 17jährigen Mädchens, das nicht starb, wohl aber an der ausgebildetsten Cholera litt, hatte die Dichte =1,043, und gab 15,5 Procent trocknen Rückstandes.

Blutkuchen aus dem rechten Ventrikel von Choleraleichen.

Nach dem Tode Derer, die an der Cholera litten, wird in der rechten Herzkammer ein theerartiges, schwarzrothes, mit polypösem Gerinnsel gemengtes Blut angetroffen. Diefs Blut setzte nur äufserst wenig und rothgefärbtes Serum ab, das auf blaues Lackmuspapier scheinbar sauer reagirte. Diese Röthung des Papiers verschwand aber, sobald der Fleck mit der Spritzflasche gewaschen ward, und es schien daher dieselbe nur durch Ablagerung des mit dem Serum vereinigten rothen Farbstoffs auf das Papier entstanden zu seyn. Von einer Leiche konnte nicht so viel Serum erhalten werden, als zur Bestimmung seines specifischen Gewichts erforderlich war.

Wurde diefs Blut eingetrocknet, so gab es stets 30 Procent Rückstand, ein Verhältnifs, das bei Personen beiderlei Geschlechts und jeden Alters wiederkehrte. Nur einmal gab ein solcher Versuch 26 Procent Rückstand;

allein dieser Cholerakranke starb in Folge einer Lungenlähmung.

Das gesunde Blut hinterläfst beim Eintrocknen gewöhnlich 21,5 Proc. Rückstand. Berechnet man hienach, wie viel Wasser das Blut der Cholerakranken bis zu dem Tod derselben verloren haben mufs, so findet sich dafür 28,5 Procent, was auf die gesammte Blutmasse eines Menschen, wenn man sie zu 30 Pfund annimmt, einen Wasserverlust von 8¼ Pfund geben würde, vorausgesetzt, dafs sich die Bestandtheile des Bluts ohne Condensation und Dilatation mit einander verbinden.

Vier Unzen dieses Bluts wurden mit absolutem Alkohol vollständig digerirt, und auf diese Weise 30 Gran ausgezogen. Diese liefsen sich in ein festes und ein flüssiges saures Fett, in Chlornatrium, Chlorkalium, milchsaures Natron und Ammoniak, in phosphorsaure Salze und eine mit Galläpfeltinktur fällbare Materie scheiden.

In den Herzkammern und den grofsen Blutgefäfsen der Choleraleichen finden sich beträchtliche Anhäufungen einer farblosen Masse, die man polypöses Gerinnsel zu nennen pflegt. Diese Masse wird in allen Choleraleichen gefunden, und ihre Menge beträgt oft 4 Loth und mehr. Sie ist farblos, und besteht aus einer Menge in einander geschlungener feiner Verästelungen. Mit Essigsäure übergossen, gab sie eine Gallerte, die unter Zurücklassung einer geringen Menge einer zarten, häutigen Substanz im Wasser löslich war. Kaliumeisencyanür zu dieser Lösung gesetzt, gab dieselbe Verbindung, welche es mit dem Faserstoff des Bluts eingeht. Wird dieses Gerinnsel zuerst mit Aether und dann mit absolutem Alkohol ausgezogen, so erhielt man ein festes Fett, Chlornatrium, milchsaure Salze und eine durch Galläpfeltinktur fällbare Substanz. Nach dem Verbrennen dieser Polypen enthält die Asche derselben Chlornatrium, phosphorsaures und kohlensaures Natron und phosphorsaure Erden.

Nach dieser Untersuchung mufs das polypöse Gerinn-

sel als Faserstoff betrachtet werden, der auf irgend eine Weise aus dem Blut der Cholerakranken abgeschieden worden ist. Hr. Dr. Albers hat im zweiten Heft des Cholera-Archivs eine sehr sinnreiche Erklärung für die Entstehung dieses polypösen Gerinnsels gegeben.

Die übrigen Untersuchungen des von Cholerakranken durch Venaesection erhaltenen Bluts zeigten in chemischer Beziehung keine Verschiedenheit; nur gestalteten sich die Verhältnisse zwischen Blutkuchen und Serum bei jedem Individuum anders. Die Menge des Blutkuchens war immer desto beträchtlicher, je gröſsere Höhe die Krankheit erreicht hatte; bei den kalten, blauen, pulslosen, dem Tode nahen Cholerakranken fand keine Absonderung von Serum mehr statt. Alle bis jetzt bekannten Bestandtheile des gesunden Bluts haben sich auch im Cholerablut gefunden; selbst das Ammoniaksalz, das dieses enthält, habe ich, wie angeführt wurde, im gesunden Blute nachgewiesen.

Aus der nun folgenden Untersuchung der wäſsrigen Excremente von Cholerakranken geht hervor, daſs diese nur aus ehemaligen Bestandtheilen des Bluts bestehen. Sie enthalten alle im Blut vorhandenen Salze und eine nicht unbeträchtliche Menge Eiweiſs. Die sehr häufigen Ausleerungen dieser aus dem Blute in den Darmkanal übergeführten serösen Flüssigkeiten werden mithin in jedem Augenblick andere Zersetzungen des Bluts hervorrufen, so daſs das Verhältniſs des Faserstoffs beständig zu-, das des Serums und der im Blut enthaltenen Salze aber fortwährend abnehmen muſs. Alle Berechnungen über den Wasserverlust des Cholerabluts werden durch den oben erwähnten Umstand sehr zweifelhaft, und durch die beständig wechselnden Verhältnisse der Blutbestandtheile fast unmöglich gemacht.

Untersuchung der durch den Stuhlgang entleerten Flüssigkeiten.

Die wäfsrigen Excremente, die dem Cholerakranken meist unfreiwillig abgehen, haben gewöhnlich das Ansehen einer frisch bereiteten Molke, gemengt mit weifsen, zuweilen röthlichen Flocken. In den meisten Fällen haben sie keinen Geruch, zuweilen nehmen sie aber einen Kothgeruch an. Im specifischen Gewichte unterschieden sie sich nur wenig, sie mochten von Kindern, Personen des kräftigsten Lebensalters, oder von Alten genommen seyn; sie schwankten darin von 1,0073 bis 1,0082.

An der Luft veränderten sich diese Flüssigkeiten nicht; sie reagiren entschieden *alkalisch*, und in keinem einzigen Fall sauer. Mit salpetersaurem Silberoxyd, Quecksilberchlorid und Galläpfeltinktur gaben sie einen Niederschlag, eben so mit Alkohol einen weifsen von flockiger Beschaffenheit, bestehend aus Eiweifs und phosphorsauren Erden.

Zur weiteren Untersuchung wurde die Flüssigkeit der Excremente von den darin schwebenden Flocken abfiltrirt, und 2000 Gran dieses, wiewohl nicht ganz klaren Filtrats im Dampfbade eingedunstet, wobei ein Rückstand von 44 Granen blieb. Als die Flüssigkeit den Siedpunkt erreicht hatte, wurde sie trübe; auch setzte sie bei weiterer Abdunstung Flocken ab, und zuletzt bedeckte sich die ganze Oberfläche des Rückstandes mit Krystallen von Chlornatrium und etwas Chlorkalium. Durch Auflösen des Rückstandes in kaltem Wasser wurde sein löslicher Theil ausgezogen, und der unlösliche auf ein Filtrum gebracht; nachdem er daselbst gewaschen worden, wurde er folgendermafsen untersucht.

Mit verdünnter ätzender Kalilauge behandelt, löste er sich gänzlich auf; Essigsäure löste nur einen Theil davon, und die Lösung gab mit Kaliumeisencyanür einen Niederschlag; Salzsäure zog Spuren von phosphorsaurem Kalk aus; mit Aether und Alkohol behandelt, zeigten sich

geringe Mengen von Fett; verbrannt, hinterliefs er, unter Verbreitung des Geruchs nach verbranntem Horn, phosphorsaure Erden. Der im Wasser unlösliche Theil des eingedunsteten Excrements bestand mithin aus Eiweifs und phosphorsauren Erden.

Der im Wasser lösliche Theil des eingedunsteten Excrements gab nach dem Abrauchen zuerst Krystalle von Chlornatrium und wenig Chlorkalium, nebst einer unkrystallisirbaren, stark alkalischen, gelb gefärbten Mutterlauge. Mit Alkohol vermischt, setzte sie etwas Chlornatrium ab. Die klare alkoholische Salzlösung, der Selbstverdunstung überlassen, zeigte nach langer Zeit schöne grofse Krystalle, dem essigsauren Natron ähnlich. Sorgfältig durch Fliefspapier von anhängender, nicht mehr krystallisirbarer Mutterlauge befreit, und dann noch einmal umkrystallisirt, zeigte dieses Salz folgende Eigenschaften. Es war leicht löslich in Wasser, weniger leicht in Alkohol, und die wäfsrige Lösung reagirte alkalisch. Im Geschmack verhielt es sich wie ein mit Fleischextract gemengtes essigsaures Natron. Seine Lösung mit Salpetersäure angesäuert und darauf mit salpetersaurem Quecksilberoxydul gemischt, gab einen grauen Niederschlag, und an den Wänden des Probirglases setzte sich silberglänzendes essigsaures Quecksilberoxydul ab. Mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, entbanden sich stechende, Essigsäure nicht ganz deutlich anzeigende Dämpfe. Es verbrannte wie ein Salz mit organischer Säure, und hinterliefs kohlensaures Natron. Der geringere Vorrath dieses Salzes, er betrug nur 5 bis 6 Gran, gestattete keine ausführlichere Untersuchung; allein nach all den hier aufgeführten Eigenschaften möchte dasselbe wohl eher für essigsaures, als für milchsaures Natron zu halten seyn.

Die nicht mehr krystallisirende Mutterlauge entwikkelte, mit Säuren übergossen, Kohlensäure; Kalilauge entband aus ihr Ammoniak; Gallustinktur bewirkte einen Niederschlag; nach vorheriger Neutralisirung gab Chlor-

calcium einen Niederschlag von phosphorsaurem Kalk; mit Salpetersäure vermischt, zeigte sich eine purpurrothe, nach einiger Zeit gelb werdende Färbung; beim Verbrennen entwickelte sie den Geruch nach verbranntem Brote, und die Asche enthielt kohlensaures, phosphorsaures und salzsaures Natron.

In 2000 Gran des wäfsrigen Excrements von dem specifischen Gewicht 1,0082 waren also 44 Gr. fester Substanz enthalten, bestehend aus:

26	Gr.	Chlornatrium mit kleinen Antheilen von Chlorkalium.
6	-	Essigsaurem Natron.
7	-	Eiweifs mit phosphorsaurem Kalk.
5	-	Kohlensaurem und phosphorsaurem Natron, Ammoniaksalz, Salzen mit organischen Säuren, Spuren von Harnsäure und Fleischextract.
44	Gr.	

Die den wäfsrigen Excrementen beigemengte flockige Masse, nachdem solche auf dem Filtrum gesammelt und ausgewaschen worden, hatte ganz das Ansehen von Tragantschleim. Wurde sie getrocknet und dann in Wasser gelegt, so quoll sie beinah zu dem Volume auf, das sie vor dem Trocknen besafs. Aether zog aus ihr ein weifses festes Fett; Alkohol von 0,833 dagegen Chlornatrium und Fleischextract. Mit Essigsäure behandelt, löste sie sich zum Theil zu einer durch Kaliumeisencyanür fällbaren Flüssigkeit, In verdünnter Kalilauge löste sie sich gänzlich; und verbrannt, hinterliefs sie eine aus kohlensaurem Natron, Chlornatrium und phosphorsauren Erden bestehende Asche.

Die durch den Stuhlgang entleerten Flüssigkeiten der Cholerakranken bestehen demnach hauptsächlich: 1) aus den von dem Blute in den Darmkanal übergeführten serösen Flüssigkeiten, und 2) aus Darmschleim.

Un-

Untersuchung der Flüssigkeiten aus dem Darmkanal der Choleraleichen.

Der Inhalt des dünnen Darms, dem oberen (*Jejunum*) oder unteren Theil (*Ileum*) entnommen, glich im Allgemeinen den Stuhlausleerungen. Er bestand ebenfalls aus einer serösen Flüssigkeit, gemengt mit sehr viel Darmschleim, war zuweilen farblos, manchmal gelblich, doch wenig gefärbt, und mit dem gewöhnlichen Kothgeruch behaftet. Er enthielt den dritten Theil seines Volums an Darmschleim, der sich ganz wie die weifsen Flocken verhielt, welche den Excrementen der Cholerakranken beigemengt sind. Die von dem Darmschleim abgesonderten Flüssigkeiten hatten eine Dichtigkeit von 1,012 bis 1,016, und das Ansehen des Serums, nur waren sie von darin schwebendem phosphorsauren Kalk etwas trüber. Sie reagirten entschieden *alkalisch*. Beim Aufkochen sonderte sich geronnenes Eiweifs ab; die übrige Flüssigkeit erschien dann trüber, und die Reaction war dann sauer. Ein hineingestellter Silberstab ward schwarz. Wurde die Flüssigkeit weiter eingedunstet, so bedeckte sich der Rückstand gleichfalls mit Chlornatriumkrystallen, doch war die Menge derselben viel geringer, als von einer gleichen Menge der vorhin erwähnten wäfsrigen Excremente. Die weitere Untersuchung, in derselben Art wie die der Excremente fortgeführt, gab im Allgemeinen, was die Qualität betrifft, gleiche Resultate. Sie zeigte, dafs der Inhalt des dünnen Darms bestand: 1) aus sehr verdünntem Serum, und 2) aus Darmschleim.

Untersuchung der von Cholerakranken ausgebrochenen Flüssigkeiten.

Von Zeit zu Zeit entstürzen den Cholerakranken grofse Mengen von Flüssigkeiten, ohne vorangegangene Uebligkeiten, ohne Würgen und sonstige Beschwerden. Gewöhnlich erscheinen diese als ein trübes gelbliches Wasser, untermengt mit bräunlich gefärbten, flockigen

Massen; nur in wenigen Fällen haben diese Erbrechungen eine lauchgrüne Farbe, sind von ganz klarer Beschaffenheit und bitterschmeckend. Die gelblichen Flüssigkeiten reagiren gewöhnlich sauer, die grünen hingegen in sehr vielen Fällen alkalisch. Das specifische Gewicht derselben schwankt zwischen 1,005 bis 1,007.

Es ist schwer, die ausgebrochenen Flüssigkeiten ohne fremde Beimengungen zu erhalten, da sie fast nie anders, als nach genommener Arzenei oder nach einem anderen Getränk erfolgen; ein Umstand, auf den der Chemiker genau zu achten hat.

Die Untersuchung einer gelblichen, mit bräunlichen Flocken gemengten Erbrechung wurde folgendermafsen unternommen. Die Flüssigkeit wurde zunächst durch filtriren vom Sediment getrennt. Die filtrirte Flüssigkeit röthete das Lackmuspapier; wurde trübe beim Aufkochen, und gab reichliche Niederschläge mit salpetersaurem Silberoxyd und essigsaurem Bleioxyd; Galläpfeltinktur fällte sie ebenfalls. Ein Theil der Flüssigkeit destillirt, gab ein säuerliches Destillat, das gar keine Salzsäure enthielt, sondern nur Essigsäure. Die Erbrechungen, mit absolutem Alkohol vermischt, liefsen einen sehr voluminösen Niederschlag fallen, der, gut mit Alkohol gewaschen und darauf getrocknet, eine dunkelgefärbte hornartige Masse gab. Diese besafs folgende Eigenschaften. In Wasser quoll sie stark auf, eine sehr schleimige Auflösung damit gebend, welche bei Verdünnung eine unlösliche Substanz fallen liefs, und von Quecksilberchlorid getrübt wurde. Die Lösung der aufgequollenen Masse setzte nach mehrmaligem Eindunsten und Wiederauflösen beständig eine Portion einer nicht mehr in Wasser löslichen Substanz ab, aus welcher durch Salzsäure phosphorsaurer Kalk, und durch Essigsäure Eiweifs auszuziehen war. Der essigsaure Auszug gab nämlich mit Kaliumeisencyanür einen weifsen Niederschlag. Aether zog aus dem trocknen Niederschlag ein wenig festes Fett, und Aetzkalilauge gab

damit eine Auflösung, die durch Säuren wieder gefällt wurde. Verbrannt, hinterliefs er, unter Verbreitung eines Geruchs nach verbranntem Brot, eine alkalische Asche, die phosphorsauren Kalk enthielt.

Die Eigenschaften der durch absoluten Alkohol aus den Erbrechungen abgeschiedenen Substanzen stimmen im Allgemeinen mit denen des Speichelstoffs überein; jedoch ist auch eine grofse Aehnlichkeit mit dem Magen- und Darmschleim nicht zu verkennen.

Die von dem erwähnten Niederschlag abgesonderte alkoholische Flüssigkeit wurde nun eingedunstet, und der Rückstand wieder in Wasser gelöst, wobei sich noch eine kleine Menge von phosphorsaurem Kalk und Eiweifs ausschied. Die Lösung war dunkel gefärbt, reagirte sauer, setzte beim Eindunsten Krystalle von Chlornatrium ab, gab mit Galläpfeltinktur einen Niederschlag, hauchte, mit kohlensaurem Kali gemengt, Ammoniak aus, und zeigte, bei Versetzung mit Salpetersäure, keinen Gehalt an Galle. Eingetrocknet und verbrannt, hinterliefs sie eine schwereinzuäschernde Kohle, die kohlensaures Natron, Chlornatrium und phosphorsaure Erden enthielt.

Das Sediment, welches sich aus den ausgebrochenen Flüssigkeiten ablagerte, bestand aus den Ueberresten des Speisebreis (*Chymus*). Aether zog aus ihm viel bräunliches Fett; Alkohol dagegen Fleischextract und Chlornatrium. Von Aetzkalilauge wurde das Sediment unter Zurücklassung vegetabilischer Faser gänzlich gelöst.

Nach dieser Untersuchung bestand die durch Erbrechen entleerte Flüssigkeit aus:

1) Speichelstoff (Eiweifs mit phosphorsaurem Kalk).
2) Chlornatrium.
3) Fleischextract mit milchsaurem Natron und Ammoniak.
4) Ueberreste vom Chymus.

Die bitterschmeckenden grünen Erbrechungen kommen seltner vor, und gewöhnlich ist ihnen kein Speisebrei bei-

gemengt. Sie sind ganz klar, und zuweilen schwimmen weifse Flocken von Schleim und Speichel darin herum. Sie reagiren in den meisten Fällen alkalisch, selten sauer, und in ihrem Verhalten zu Galläpfeltinktur, Quecksilber- und Zinnchlorid, salpetersaures Silberoxyd und essigsaures Bleioxyd kommen sie ganz den vorhin untersuchten Erbrechungen gleich.

Die von mir näher untersuchte grüne Erbrechung reagirte etwas sauer, gab aber bei der Destillation keine Spur von Säure zu erkennen. Das specifische Gewicht derselben betrug 1,0065. Die Resultate dieser Untersuchung waren ganz den früheren gleich, und nur in einem Punkte zeigte sich eine wesentliche Abweichung. Wenn die grüne Erbrechung mit absolutem Alkohol vermischt, der entstandene Niederschlag abgesondert, und nun die alkoholische Flüssigkeit bis zur Trockne eingedunstet wurde, so gab eine Auflösung des trocknen Rückstandes in Wasser, mit wenig Essigsäure, Salzsäure oder Salpetersäure gemischt, ocherartige Niederschläge, die bei gröfserem Zusatz von Säuren aufgelöst wurden, ohne diesen Zusatz aber zu braunen extractartigen Massen zusammensinterten. Wurde der Lösung so viel Essigsäure zugesetzt, dafs der Niederschlag verschwand, und stellte man dann das Ganze zum Verdunsten hin, so hatte der Rückstand seine Löslichkeit in Wasser verloren. Kaliumeisencyanür gab mit der essigsauren Verbindung einen fleischfarbenen Niederschlag.

Obgleich die so eben beschriebene Flüssigkeit mit Salpetersäure nicht den bekannten Farbenwechsel darbot, so läfst sich doch mit ziemlicher Gewifsheit derjenige Bestandtheil der Galle nachweisen, der unter dem Namen Picromel oder Gallenzucker bekannt ist. Zur Zeit als ich diefs Resultat auffand, stand mir keine grüne Erbrechung mehr zu Gebote, ich mufste daher die fernere Untersuchung dieser Substanz aufgeben.

Untersuchung des Mageninhalts von Choleraleichen.

Der Inhalt des Magens nach dem Tode hatte das Ansehen einer sehr dünnen Chocolade, einen ekelhaften säuerlichen Geruch und eine schwache saure Reaction. Nach ruhigem Hinstellen sonderte sich ein schmutzigröthliches Sediment ab, welches aus Speisebrei bestand. Die abgesonderte Flüssigkeit, die durch Filtration nie ganz klar wurde, war wenig gefärbt, und von der Dichte 1,014. Sie trübte sich beim Aufkochen, und zeigte bei der weiteren Behandlung gar keine Verschiedenheiten von den gelblichen Erbrechungen.

Untersuchung des Harns von Cholerakranken.

Es war der nach überstandener Cholera zuerst gelassene Harn eines Mannes im kräftigsten Lebensalter. Die Dichtigkeit desselben betrug 1,0085. Er war ganz neutral, trüblich und schwach gelblich. Beim Stehen klärte er sich nie ganz auf, sondern behielt stets das Ansehen, als schwämmen ganz feine Krystalle darin herum. Es sonderte sich eine kleine Menge Blasenschleim daraus ab, und die Wandungen des Glases, worin der Harn aufbewahrt wurde, bedeckten sich theilweise mit kleinen glänzenden Krystallen von Harnsäure. Salpetersäure in kleiner Menge dem Harne beigemischt, schied nach mehreren Stunden ebenfalls Harnsäure aus. Gröfsere Quantitäten Salpetersäure zugemischt, gaben keine Farbenveränderungen zu erkennen, wodurch sonst immer die Gegenwart von Gallenharz entdeckt wird. Der Harn bis auf ein Zwölftel seines Volumens abgedampft, und mit dem doppelten Volum des Rückstandes an Salpetersäure von 1,22 Dichte vermischt, gab bald eine feste krystallinische Masse von salpetersaurem Harnstoff. Aufserdem gab dieser Harn Niederschläge mit Aetzammoniak, salpetersaurem Silberoxyd, Chlorbarium, essigsaurem Bleioxyd und Galläpfeltinktur; auch wurde er vom Quecksilberchlorid getrübt. Eine weitere Beschreibung des Verfahrens unterlasse ich, da sich durchaus keine Verschie-

denheit zwischen diesem Harn und dem gesunden auffinden liefs.

Selbst die geringen Abweichungen, die sich zwischen dem untersuchten und dem gesunden Harn darbieten, sind nicht einmal constant, denn der Harn der Cholerakranken reagirt, eben so wie der von Gesunden, in den meisten Fällen sauer. Auch im specifischen Gewichte sind beide nicht unterschieden; denn so wie der gesunde Harn, im Laufe des Tages von demselben Individuum gelassen, mit allen specifischen Gewichten von 1,008 bis 1,024 vorkommt, eben so erhält man den von Cholerakranken zuerst gelassenen Harn, was seine Dichte betrifft, von ganz denselben Verschiedenheiten.

Untersuchung der von Cholerakranken ausgeathmeten Luft.

Bei Gelegenheit der Blut-Untersuchung wurde schon der häufigen Aussonderung des Faserstoffs in den beiden Ventrikeln des Herzens, den zunächst liegenden Theilen der Aorta und der Lungenarterie erwähnt. Durch eine solche Verstopfung der Lungenarterie, und durch die fast geronnene Beschaffenheit des Bluts, ist der Abflufs desselben aus dem rechten Herzen nach der Lungenarterie kaum gedenkbar. Die Blutbereitung und die von Mehreren angenommene Entwicklung thierischer Wärme, durch Absorption des venösen Bluts von Sauerstoff herbeigeführt, ist dadurch gänzlich aufgehoben. Hr. Dr. Albers, aufmerksam gemacht auf diesen Umstand, veranlafste mich zu einigen Untersuchungen der von Cholerakranken ausgeathmeten Luft, die ich hier nun mittheilen werde.

Die untersuchte Luft ist von zwei verschiedenen Personen ausgeathmet, die blau und pulslos waren, auch zwei bis drei Stunden nach Auffangung dieser Luft verschieden. Jede dieser Untersuchungen ist zweimal gemacht, um möglichen Irrungen vorzubeugen.

Die Luft wurde in dichten Blasen aufgefangen, zur

Vorsicht mehrmals wieder ausgedrückt, und dann, nachdem die Blase abermals mit ihr gefüllt war, in eine mit Quecksilber gefüllte Flasche gebracht. Zur Untersuchung der Luft diente die Verpuffungsröhre, welche sich in der analytischen Chemie von H. Rose, Th. II. S. 529, beschrieben findet.

I. Luft von einem 27jährigen Mann.

Erster Versuch. 170,8 C. C. dieser Luft, gemengt mit 103,5 C. C. Wasserstoffgas, hinterliefsen nach dem Verpuffen 170 C. C., bestanden also aus:

Sauerstoff	34,8 C. C.	20,37
Stickstoff und Kohlensäure	136,0 - -	79,63
	170,8 C. C.	100,00.

Zweiter Versuch. 188,4 C. C. Choleraluft, gemengt mit 110,3 C. C. Wasserstoffgas, hinterliefsen nach dem Verpuffen 183,9 C. C., bestanden also aus:

Sauerstoff	38,3 C. C.	20,33
Stickstoff und Kohlensäure	150,1 - -	79,67
	188,4 C. C.	100,00.

Bei beiden Versuchen war die Temperatur vor und nach dem Verpuffen nahe gleich, und zwischen 10° und 11° R.

Kohlensäuregehalt. 246 C. C. dieser Luft bei 12° R. und 339''',3 B. verminderten sich durch 3tägiges Stehen über Aetzkali auf 241 C. C. bei 13° R. und 337''',4 B. Darnach beträgt der Kohlensäuregehalt 3,05 Volumenprocente.

Dieses Resultat mit dem Mittel aus obigen beiden combinirt, giebt für die Zusammensetzung der untersuchten Luft:

Sauerstoff	20,35	Raumtheile
Stickstoff	76,60	-
Kohlensäure	3,05	-
	100,00.	

II. Luft von einer 26jährigen Frau ausgeathmet.

Erster Versuch. 155,5 C. C. dieser Luft, gemengt mit 108,5 C. C. Wasserstoffgas, hinterliefsen nach dem Verpuffen 173,3 C. C., bestanden also aus:

Sauerstoff	30,2 C. C.	19,42
Stickstoff und Kohlensäure	125,3 - -	80,58
	155,5 C. C.	100,00.

Zweiter Versuch. 185,2 C. C. Choleraluft mit 11,28 Cubikcentimeter Wasserstoffgas, gab 190,0 C. C. Rückstand, also die Zusammensetzung:

Sauerstoff	36,0 C. C.	19,44
Stickstoff und Kohlensäure	149,2 - -	80,56
	185,2 C. C.	100,00.

141 C. C. Choleraluft bei 8° R. und 323''',16 B. hinterliefsen nach 4tägigem Stehen über Aetzkali 138 C. C. bei 8° R. und 322''',11 B., enthielten also an Kohlensäure 2,13 Volumenprocente.

Im Ganzen bestand also die Luft aus:

Sauerstoff	19,43	Raumtheile
Stickstoff	78,44	-
Kohlensäure	2,13	-
	100,00.	

Wiewohl diese Zerlegungen, ungeachtet sie mit aller Sorgfalt angestellt worden sind, nicht die letzte Genauigkeit besitzen, und, namentlich die erstere von ihnen nicht die Volumengleichheit zwischen dem verschwundenen Sauerstoff und der entstandenen Kohlensäure zeigt, welche man beim Athmen Gesunder beobachtet hat: so lehren sie doch unzweideutig, dafs die von Cholerakranken ausgeathmete Luft weit weniger Kohlensäure enthält, als die Luft von Gesunden. Der Kohlensäuregehalt der letzteren wird zwar sehr verschiedenartig angegeben (von 3,3 bis 13,8 Procent), aber niemals so klein, wie er hier

bei der zweiten Untersuchung direct beobachtet ist, und wie er sich auch aus der ersten ergiebt, wenn man die Bestimmung des Sauerstoffs als die richtigere ansieht, und das, was am vollen Sauerstoffgehalt der Luft noch fehlt, für Kohlensäure nimmt.

II. *Nachträgliche Bemerkungen über das Vorhandenseyn von freier Säure in dem venösen Menschenblute;*

von R. Hermann.

Meine Beobachtung von freier Säure in dem venösen Blute gesunder Menschen hat Widerspruch gefunden. Einer Mittheilung zufolge, die man mir kürzlich machte, soll ein glaubwürdiger Berliner Chemiker die Reaction desselben gegen Lackmus geprüft, dabei aber die alte Erfahrung vollkommen bestätigt gefunden haben, dafs sowohl der Blutkuchen als das Serum gegen Lackmus alkalisch reagire. Wegen der Einfachheit des Versuchs soll man jedoch geneigt gewesen seyn, meine Erfahrung nicht geradezu einem Beobachtungsfehler, sondern vielmehr einer besonderen Beschaffenheit des von mir untersuchten Blutes zuzuschreiben.

Diese besondere Beschaffenheit hätte nur durch den epidemischen. Einflufs, unter dem die Einwohner Moskau's zu der Zeit litten, als ich jene Untersuchungen anstellte, bewirkt werden können; da kein Grund zur Annahme vorhanden ist, dafs überhaupt das Blut der Moskowiten von dem der Berliner wesentlich verschieden sey. Ich habe daher die Versuche, die die Gegenwart von freier Säure in dem venösen Blute gesunder Menschen dargethan, gegenwärtig, als zu einer Zeit wiederholt, in der sich die Bewohner Moskau's des befriedigendsten Ge-

sundheitszustandes erfreuen, in der namentlich sich nicht ein einziger Cholerakranker innerhalb unseren Mauern vorfindet.

Ich liefs einem vollkommen gesunden 30jährigen Manne eine Vene am linken Arme öffnen, und fing das Blut in weifsen Cylindergläsern auf, in denen sich abgewogene Quantitäten von rother und blauer Lackmustinktur befanden (und zwar brauchte ich die Vorsicht, beide Nüancen der Tinktur möglichst der Neutralität zu nähern). Ich verschlofs hierauf die Gläser und liefs das Blut gerinnen. Neben diese Gläser stellte ich andere von derselben Form, füllte sie mit dem Blute gleichen Quantitäten destillirten Wassers an, und setzte ihnen dieselben Mengen blauer und rother Lackmustinktur zu, als dem Blute. Nach 24 Stunden hatte sich der Blutkuchen gesetzt und war nun mit einem klaren Serum überdeckt, das in beiden Gläsern rein und intensiv roth gefärbt erschien, so dafs die mit destillirtem Wasser gemischten Lackmus-Nüancen den auffallendsten Contrast damit bildeten.

Bei meinen früheren Versuchen trennte ich das Serum vom Blutkuchen, und versuchte die Reaction beider für sich, wo sich beide als sauer darthaten. Diefsmal zog ich aber vor, den beschriebenen Weg einzuschlagen, um dem Vorwurfe zu begegnen, als ob ich mich durch die Farbe von gelöstem Blutroth habe täuschen lassen. Diefs konnte aber diefsmal unmöglich der Fall seyn, da sich das Blutroth nicht in dem eiweifshaltigen Serum auflöst.

Auch habe ich Blut bis zum Kochpunkt erhitzt. Die geronnene Masse hierauf mit destillirtem Wasser angerührt, dasselbe abfiltrirt, und die Reaction desselben gegen Lackmus geprüft. Es trat dabei keineswegs eine alkalische Reaction ein.

Bei allen diesen Versuchen habe ich endlich meinen eigenen Augen nicht allein trauen wollen. Der rühmlichst

bekannte Hr. Dr. Jähnichen wohnte sowohl diesen letzten Reactionen als auch den früheren bei, und kann das darüber Mitgetheilte vollkommen bestätigen.

Doch über Farben, namentlich über verwandte, läfst sich am Ende nicht streiten, da das Urtheil darüber stets individuell ist. Ich bedauere daher, dafs man die pneumatische Probe des venösen Blutes auf freie Säure nicht ebenfalls wiederholt hat. Dessen ungeachtet habe ich sie nochmals angestellt, dabei aber ganz dieselben Resultate wie früher erhalten.

Ich füllte nämlich zwei Glaskolben, von denen der eine kohlensauren Baryt enthielt, mit aus der Vene strömendem Blute, verschlofs sie, nachdem man die Quantität des darin enthaltenen Blutes bestimmt hatte, mit gekrümmten Glasröhren, welche unter mit Quecksilber gefüllte, genau graduirte Recipienten geführt wurden, und erhitzte sie bis zur Temperatur des kochenden Wassers.

Aus beiden Kolben entwickelte sich bei der Erwärmung Gas, welches Kohlensäure enthielt. Aber die Quantität war verschieden.

1 Kubikzoll venöses Blut, bis zum Kochpunkt erhitzt, gab 0,147 Kubikzoll Kohlensäure bei 30″ engl. und 12° R.

Dagegen gab:

1 Kubikzoll venöses Blut, mit kohlensaurem Baryt gekocht, bei demselben Barometer- und Thermometerstande, 0,276 Kubikzoll Kohlensäure.

Hierbei mufs ich bemerken:

1) Die Temperatur, bei der sich diese verschiedenen Quantitäten von Kohlensäure aus dem Blute entwikkelten, war dieselbe, da beide Kolben in einem und demselben gleichförmig erhitzten Sandbade standen.

2) Der kohlensaure Baryt entwickelte, mit reinem Wasser gekocht, keine Kohlensäure; auch erhielt man dieselben Resultate, man mochte das Blut mit Kreide oder mit kohlensauren Baryt kochen.

Also:

das venöse Blut reagirt gegen Lackmustinktur deutlich sauer;

es enthält freie Kohlensäure, die sich bei der Erwärmung entwickelt, und deren Quantität fast verdoppelt wird, wenn man dem Blute kohlensauren Kalk oder kohlensauren Baryt zusetzt;

das gekochte venöse Blut giebt, mit Wasser digerirt, eine Flüssigkeit, die nicht alkalisch reagirt.

Hieraus folgt:

das von mir zu verschiedenen Zeiten untersuchte venöse Blut enthält kein doppelt-, und noch viel weniger einfach-kohlensaures Natron; aber freie Kohlensäure und eine Substanz, die aus kohlensaurem Baryt Kohlensäure entwickelt.

Diese Substanz halte ich:

in Betracht der verhältnifsmäfsig intensiven Richtung der Lackmustinktur;

in Betracht der bisher im Blute vorgefundenen Säuren;

in Betracht der Veränderungen, die das Blut während der Cholera, nach erfolgten copiösen, Essigsäure enthaltenden, Ausleerungen, erleidet;

in Betracht endlich der chemischen Eigenthümlichkeiten des Faserstoffs und des Eiweifses:

für Essigsäure; und demgemäfs ist das venöse Blut eine saure Flüssigkeit.

Ich könnte diesen Beobachtungen leicht noch andere Erfahrungen beifügen, die das Vorhandenseyn von freier Säure in dem venösen Blute gesunder Menschen bestätigen, doch halte ich das Angeführte für hinreichend, diesen Satz zu beweisen, und dadurch den Einwürfen zu begegnen, die man dagegen erhoben hat.

Zusatz des Herausgebers.

Der vorliegende Aufsatz ist, wie man aus dem Eingang ersehen haben wird, auf Veranlassung der Notiz

geschrieben, die ich zur Berichtigung der nach meiner und Anderer Meinung irrigen Angabe über die Reaction des Bluts geglaubt habe in die Annalen (Bd. XXII S. 624) einrücken zu müssen *). Späterhin habe ich dem Verfasser nochmals die Erfahrungen, auf denen sich meine Zweifel gründeten, brieflich mitgetheilt; allein auch dieſs Mal ohne Erfolg. Hr. Hermann beharrt nach wie vor auf seiner Behauptung, daſs das Blut sauer reagire, ungeachtet es ihm bekannt ist, daſs Berzelius, H. Rose, Wittstock, Lecanu (*Journ. de chim. medicale, Mars* 1832 *p.* 146) und Andere gerade das Entgegengesetzte beobachtet haben. In seinem Antwortschreiben, das ich hier folgen lasse, damit Andere, die sich zur weiteren Prüfung dieses Gegenstandes berufen glauben, alle Data in Händen haben, drückt er sich folgendermaſsen aus:

—»Ehe ich meinen Aufsatz über die Cholera niederschrieb, war mir bekannt, daſs man das Blut allgemein für alkalisch halte; daſs Berzelius aus dem eingetrockneten Serum mit Wasser eine Flüssigkeit auszog, die kohlensaures Natron enthielt; daſs John Davy von dem Blute Kohlensäure absorbiren sah, die er nicht wieder durch Erhitzung und Evacuation austreiben konnte; daſs Berzelius, auf diese Erfahrung gestützt, die Existenz eines Natron-Albuminats im Blutwasser annahm. — Mit diesen Lehren im Kopfe fing ich meine Untersuchung des cholerischen Bluts an. Ich setzte Alkalität desselben voraus, und fand zu meiner groſsen Verwunderung freie Säure! Sie werden gestehen, daſs es psychisch unmöglich ist, sich gegen seine vorgefaſste Meinung zu täuschen! Was ich demnach rücksichtlich der Reactionen des von mir untersuchten Blutes angeführt habe, ist buchstäblich wahr. — Ich bin über-

*) Beiläufig bemerkt, muſs es daselbst Zeile 4 von unten heiſsen: *wäſsriger* statt *fester* Bestandtheile.

zeugt, dafs Berzelius richtig sah, glaube gern, dafs Rose und Wittstock genau die Reactionen bekommen haben, die Sie mir gütigst mittheilten; aber John Davy's Erfahrung ist falsch, und das von mir untersuchte Blut ist sauer. — Aus diesen widersprechenden, *als richtig anzunehmenden*, Erfahrungen, würde folgen, dafs das Blut bald sauer, bald alkalisch angetroffen wird, und man wird dabei unwillkührlich an den Streit über die alkalischen oder sauren Eigenschaften des Magensaftes erinnert. Das Blut der Russen wäre demnach sauer, das der Deutschen alkalisch (und das Blut der Franzosen dürfte durch einen besonders flüchtigen Stoff charakterisirt werden). Die Annahme solcher Sonderbarkeiten setzt übrigens genaue, nach einem gröfseren Maafsstabe angestellte Untersuchungen voraus; man mufs sich dabei vor Allem über die Methode der Prüfung verständigen.«

»Die von H. Rose angestellten Prüfungen haben mich nicht vollkommen befriedigt. Nach diesem von mir hochverehrten Gelehrten: bläut Berliner Blut-Serum sowohl Lackmustinktur als Lackmuspapier. Blutkuchen auf geröthetes Lackmuspapier gestrichen und darauf mit destillirtem Wasser abgewaschen, bläut dasselbe deutlich erkennbar. Blutroth in Wasser gelöst, wird durch blaue Lackmustinktur dunkler gefärbt, als die Flüssigkeit zuvor war.«

»Das Serum eignet sich nicht zu entscheidenden Versuchen, da ich es selbst rücksichtlich seiner sauren und alkalischen Eigenschaften wechseln sah. Die Methode, Blutkuchen auf Lackmuspapier zu streichen und ihn mit Wasser abzuwaschen, ist nicht zu empfehlen, da dabei immer ein Fleck von Blutroth zurückbleibt, der täuschen kann.«

»In Wasser gelöstes Blutroth kann bei der Prüfung mit Lackmustinktur noch weniger genaue Resultate geben, da die dunkele Färbung der Flüssigkeit die Farbenveränderung der Tinktur nicht genau sehen läfst.«

»Am passendsten scheint mir folgende Methode: Man fange das aus der Vene strömende Blut in weifsen Cylinder-Gläsern auf, die die nöthige Menge blauer Lackmustinktur, die man vorher zu möglichster Neutralität gebracht haben mufs, enthalten, mische das Blut damit, stelle die Gläser 12 Stunden lang ruhig hin, und beobachte dann nach Verlauf dieser Zeit die Farbe des Serums. Ist sie blau, so haben die Berliner Chemiker rücksichtlich des Bluts der Berliner Recht. Hier, in Moskau, war sie stets rein roth, während destillirtes Wasser, dem man eine gleiche Menge derselben Tinktur, als dem Blute, zugesetzt hatte, die auffallendste Farbenverschiedenheit zeigte. Ich nahm in der Regel auf 3 Unzen Blut 30 Tropfen einer concentrirten Tinktur, die entstehende Farben-Nüance war scharlachroth, wie haarförmiges Rothkupfererz oder Kupferblüthe Werners. — Auch wenn man Blutkuchen mit blauer Lackmustinktur, im verdünnten Zustande, übergofs, fand die deutlichste Röthung derselben statt.«

III. *Neue Untersuchung des Menschenbluts; von Hrn. Lecanu.*

(*Ann. de chim. et de phys. XLVIII. p.* 398. Auszug.)

I. Vorläufige Untersuchung.

Frisch abgelassenes Menschenblut wurde mit Alkohol von 33° B. in grofsem Ueberschufs versetzt; diefs gab einen reichlichen flockigen Niederschlag von rother Farbe, und eine Flüssigkeit, die vom Alkohol nicht mehr getrübt wurde. Der durch Leinwand abgeseihte, und darin stark ausgedrückte Niederschlag wurde wiederholt mit

Alkohol ausgekocht. Es blieb ein Rückstand (bestehend aus Eiweifs, Faserstoff und Farbstoff) *), und die schwach rosenrothe Flüssigkeit enthielt die in starkem und verdünntem Alkohol löslichen Bestandtheile des Bluts. Diese Lösung, im Wasserbade abgedampft, hauchte fortwährend einen faden, einigermafsen der Fleischbrühe ähnlichen Geruch aus, trübte sich gegen das Ende durch Abscheidung einer fetten Substanz, und hinterliefs zuletzt einen gelbbraunen, sehr zerfliefslichen Rückstand von ziemlich angenehmen und salzigem Geschmack. Mit Aether behandelt, zerfiel er in eine Lösung *A* und einen Rückstand *B*.

Die ätherische Lösung *A* war vollkommen klar und hellgelb. Nach freiwilliger Verdunstung hinterliefs sie einen röthlichbraunen Rückstand von scharfem nachhaltigen Geschmack und der Consistenz des Terpentins. Kalter Alkohol zerlegte diesen in eine *feste perlmutterartige* und eine *flüssige ölige* Substanz, von der er die letztere löste.

Die *feste krystallinische* Substanz, nachdem sie mehrmals mit kaltem Alkohol gewaschen, dann in siedendem Alkohol gelöst und beim Erkalten herauskrystallisirt ist, erscheint als weifse perlmutterartige, geruch- und geschmacklose Blättchen, die sich schon im Ansehen von dem sonst verwandten Cholesterin unterscheiden. Sie schmilzt bei 150° C., ist unlöslich in kaltem Alkohol, sehr löslich aber in siedendem Alkohol und kaltem Aether, und diese Lösungen sind neutral. Starke Aetzkalilauge scheint sie beim Sieden weder zu lösen noch zu verändern. Erhitzt, liefern sie ammoniakalische Producte, und einen Rückstand, der Phosphorsäure enthält. Diese Substanz scheint dieselbe zu seyn, welche Chevreul dem Gehirnfett beizählt.

Die

*) Er trat an kaltes Wasser ungemein geringe Spuren von Salzen und organischen Stoffen ab; mit siedendem Wasser wurde er nicht behandelt, weil dabei, nach Berzelius, neue Producte entstehen.

Die *ölige* Substanz ist von terpenthinähnlicher Consistenz, riecht fade, schmeckt scharf und nachhaltig, löst sich weder in kaltem noch warmen Wasser, wohl aber in Alkohol und Aether zu gelben neutralen Lösungen, wird von Salz- und Salpetersäure nicht verändert, von conc. Schwefelsäure aber gebräunt, von erwärmter Kalilauge gelöst und (wie es die Fällung der Flüssigkeit mit Salzsäure und die Reaction der alkoholischen Lösung des Niedergeschlagenen beweist) in eine fette Säure umgewandelt. Erhitzt, giebt sie ammoniakalische Dämpfe und einen Rückstand, der nicht auf Lackmus wirkt.

Der in *Aether unlösliche Rückstand B*, mit kaltem Alkohol von 40° B. erschöpft, gab eine braungelbe Lösung und einen neuen Rückstand *C*. Die alkoholische Lösung abgedampft, lieferte eine orangengelbe, sehr zerfliefsliche Masse, die ziemlich angenehm, nicht salzig und ganz anders als Fleischbrühe schmeckte. Aether löste von ihr nur Spuren einer fetten Substanz, leichtlöslich aber war sie in Wasser und kaltem Alkohol. Diese Lösungen reagirten alkalisch. Die wäfsrige, die vom Aetzkali und Ammoniak nicht getrübt wurde, gab mit Salz- und Salpetersäure gelbliche, unkrystallinische Flocken, mit Galläpfelaufgufs einen braunen, und mit Bleiessig einen im Ueberschufs des Fällmittels löslichen Niederschlag. Geglüht, gab sie ammoniakalische Dämpfe und einen sehr merklich alkalischen Rückstand. Diese Substanz ist von Berzelius für ein Gemenge von milchsaurem Natron und einer organischen Substanz, von Anderen für ein Gemenge von Osmazom mit obiger fetten krystallinischen Substanz gehalten; Hr. L. nennt sie Extractivstoff.

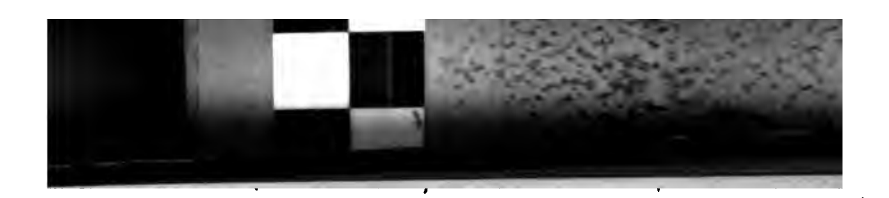
Der in *Aether und Alkohol von 40° B. unlösliche Rückstand C.*, mehrmals mit Alkohol von 33° B. ausgekocht, gab eine Lösung und einen Rückstand *D*. Die Lösung enthielt Chlorkalium und Chlornatrium, nebst einer, durch Alkohol von 40° B. leicht abscheidbaren, extractartigen Substanz, der eben erwähnten ähnlich. Der

Rückstand *D* löste sich in kaltem Wasser (bis auf eine braune, in siedendem Wasser und siedendem Alkohol unlösliche Masse, vermuthlich ein Gemenge von Eiweifs und Farbstoff). Die Lösung schmeckte urinös und salzig, bläute gerötbetes Lackmuspapier schnell, gab mit Essigsäure weifsliche Flocken (die, nach Waschen mit kaltem Alkohol wie gelatinöses Eiweifs aussahen, sich gleich diesem, in Ammoniak, und noch leichter in Essig- und Salzsäure lösten), und mit salpetersaurem Silberoxyd und salpetersaurem Baryt weifse, flockige und theilweis in Salpetersäure lösliche Niederschläge, von denen ersterer sich ganz in Ammoniak löste, letzterer schwefelsauren und phosphorsauren Baryt enthielt. Eingedampft, gab sie einen Rückstand, der beim Glühen, durch Verbrennung einer organischen Substanz, viel an Gewicht verlor, und Chlorkalium, Chlornatrium, phosphorsaures, schwefelsaures und kohlensaures Natron enthielt. Hienach betrachtet Hr. L. den Rückstand *D* für eine eigenthümliche Verbindung von Eiweifs und Natron, und als identisch mit Berzelius's extractiver, im Wasser löslicher und in Alkohol unlöslicher Materie.

Nach dieser Untersuchung enthält also das Menschenblut, aufser dem Gemenge von Faserstoff, Eiweifs und Farbstoff: 1) krystallisirbare fette Substanz, 2) ölige Substanz, 3) Extractivstoffe, löslich in Alkohol und Wasser, 4) eigenthümliche Verbindung von Eiweifs und Natron, 5) lösliche Salze.

Analyse des Serums.

Wenn man das Blut, statt durch Alkohol zu fällen, ruhig stehen läfst, so zerfällt es bekanntlich in Blutkuchen und Blutwasser. Diese natürliche Scheidung, deren Grund noch unbekannt ist, geschieht nach sehr verschiedenen Verhältnissen, gewöhnlich ist aber die Menge des Blutkuchens desto beträchtlicher, jemehr Faserstoff das Blut enthält. Hauptsächlich der fetten Substanzen



wegen, deren in den Analysen von Berzelius und Marcet nicht gedacht wird, wurden die folgenden Zerlegungen unternommen. Sie ergaben auf 1000 Serum von Menschenblut:

	1. Analyse.	2. Anal.
Wasser	906,00	901,00
Eiweifs	78,00	81,20
In Alkohol u. Wasser lösliche organ. Stoffe	1,69	2,05
Eiweifs, verbunden mit Natron . .	2,10	2,55
Fette krystallinische Substanz	1,20	2,10
Oelige Substanz	1,00	1,30
Chlorkalium, Chlornatrium	6,00	5,32
Kohlens., phosphors., schwefels. Alkali	2,10	2,00
Kohlensaur. Kalk- und Talkerde / Phosphors. Kalk-, Talkerde und Eisen	0,91	0,87
Verlust	1,00	1,61
	1000,00	1000,00

Die Analysen wurden folgendermafsen bewerkstelligt. Eintrocknung einer gewogenen Menge Serum gab zunächst den Wassergehalt desselben. Der Rückstand ward erst wiederholt mit Wasser, dann mit Alkohol ausgekocht. Das Wasser nahm die löslichen Salze, der Alkohol die fetten Substanzen auf. Die wäfsrige Lösung ward eingedampft und der Rückstand mit Alkohol von 40° B. erschöpft. Dieser nahm die in ihm löslichen Extractivstoffe auf, und hinterliefs einen Rückstand, bestehend aus Salzen und den in Alkohol unlöslichen Extractivstoffen. Um die Menge der letzteren kennen zu lernen, wurde der Rückstand geglüht, und das, was nun übrig blieb, zur Abscheidung der salzsauren Salze, mit Alkohol ausgekocht.

Die fetten Substanzen, welche der siedende Alkohol ausgezogen hatte, wurden durch kalten Alkohol von 33° B. getrennt, der nur die ölige Substanz löste. Das durch siedendes Wasser und kalten Alkohol erschöpfte Eiweifs

wurde getrocknet, gewägt und eingeäschert. Der Rückstand bestand, außer löslichen Substanzen, aus kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk- und Talkerde, nebst einer so geringen Menge Eisen, dafs es scheint, das Serum würde nichts davon enthalten, könnte man es gänzlich vom Farbstoff trennen.

Nachdem Hr. L. auf solche Weise die Natur der unmittelbaren Bestandtheile des Bluts constatirt, und sich überzeugt hatte, dafs sie alle, mit Ausnahme des Faserstoffs und Blutroths, im Serum enthalten seyen, das Blut also als Serum, worin Blutkügelchen schweben, betrachtet werden könne (was indefs keineswegs eine neue Ansicht ist. *P.*), so schritt er zu einer vollständigen Analyse desselben.

Zu dem Ende liefs er Blut von zwei starken, gesunden Männern, jedes für sich, in Serum und Blutkuchen zerfallen, trennte und wägte beide Bestandtheile, und analysirte dann das Serum nach der eben angeführten Methode. Was den Blutkuchen betraf, so theilte er ihn in zwei Theile, trocknete den einen völlig und wusch den andern aus, um die Menge des Faserstoffs zu erhalten. Gestützt auf die Annahme von Dumas und Prevost, dafs alles im Blutkuchen enthaltene Wasser dem eingemengten Serum angehöre, war dessen Menge dann durch den Gewichtsverlust beim Trocknen gegeben, und wurde die Menge der festen Bestandtheile des so bestimmten Serums von dem Gewichte des trocknen Blutkuchens abgezogen, so hatte man das Gewicht der Blutkügelchen, folglich auch, wenn man hievon die Menge des Faserstoffs, die durch das Auswaschen der zweiten Hälfte des Blutkuchens bekannt war, abzog, das Gewicht des Blutroths. Das Wasser des Serums zu dem des Blutkuchens, und das Eiweifs des Serums zu dem des Blutkuchens addirt, gab dann die Gesammtmenge des im

Blut enthaltenen Wassers und Eiweifses. Endlich wurden zu den übrigen im analysirten Serum aufgefundenen Substanzen noch die des im Blutkuchen eingeschlossenen Serums addirt, und auch dabei das Gewicht der feuerfesten Substanzen von dem des Eiweifses und des Bluts abgezogen*). . . . .

*) Diefs Verfahren wurde von Hrn. L. eingeschlagen, weil er eine genaue Analyse des Blutkuchens, als eines blofsen Gemenges von Blutkügelchen und Serum, für überflüssig hielt. Die Anwendung desselben mag auch aus diesem Grunde gestattet seyn: allein vergessen darf man nicht, dafs dabei die sehr unwahrscheinliche Annahme gemacht ist, Faserstoff und Blutroth seyen wasserfrei im Serum enthalten. Dafs Hr. L. dennoch diese Annahme machen konnte, ist um so auffallender, als er in seiner ausführlichen Abhandlung (*Journ. de Pharm. Année* 1831, *p.* 485) an dieser Stelle die Resultate einer Bestimmung der Menge des Faserstoffs im Blute von Menschen beiderlei Geschlechts von verschiedenem Alter und Temperament mittheilt, und dabei, mit Chevreul, in dem Faserstoff, wenigstens im abgeschiedenen Zustande, vier Fünftel seines Gewichts Wasser annimmt. Das Mittel aus 22 Versuchen ergab in 1000 Th. Blut an feuchtem Faserstoff 17,190, also an trocknem 4,298; das *Minimum*, beim Blute einer 45jährigen Frau von sanguinischem Temperament beobachtet, betrug 5,440 im feuchten und 1,360 im trocknen Zustand; das *Maximum* bei einem 30jährigen Mann von sanguinischem Temperament dagegen 28,940 im feuchten und 7,235 im trocknen Zustande.

Hr. L. bemerkt überdiefs, er habe einige Versuche gemacht, den Farbstoff aus dem Blutkuchen abzuscheiden, dabei aber denselben in so schwacher Verbindung mit dem Faserstoff angetroffen, dafs es unmöglich gewesen sey, ihn, nach der von Berzelius beim Ochsenblut angewandten Methode, nur einigermafsen vom Eiweifs befreit zu erhalten. Wenn er den Kuchen des Menschenbluts ausdrückte, nahm das Serum fast allen Farbstoff mit weg, und der Faserstoff blieb beinah farblos zurück. Unter allen versuchten Methoden gelang ihm folgende am besten: Vermischung des Waschwassers vom Blutkuchen mit Bleiessig, in geringem Ueberschufs, wodurch das Eiweifs als Blei-Albuminat niedergeschlagen wird; Filtration der rothen Flüssigkeit, und Befreiung derselben vom überschüssigen Blei durch schwefelsaures Natron; endlich Erhitzung der Flüssigkeit bis 80° C.,

Auf diese Weise ergaben sich für die beiden untersuchten Portionen Blut folgende Bestandtheile:

	1. Analyse.	2. Analyse.
Wasser	780,145	785,590
Faserstoff	2,100	3,565
Eiweifs	65,090	69,415
Blutroth	133,000	119,626
Krystallinisches Fett	2,430	4,300
Oeliges Fett *)	1,310	2,270
In Wasser u. Alkoh. lösl. Extractivstoffe	1,790	1,920
Eiweifs-Natron	1,265	2,010
Chlorkalium und Chlornatrium Phosphors., schwefels. u. kohlens. Alkal.	8,370	7,304
Kohlensaure Kalk- und Talkerde Phosphorsaure Kalk- und Talkerde Phosphorsaures Eisen Eisenoxyd	2,100	1,414
Verlust	2,400	2,586
	1000,000	1000,000

Vergleichende Analyse des Bluts von Personen verschiedenen Alters, Temperaments und Geschlechts.

Die Untersuchungen in diesem Abschnitt bezwecken die Festsetzung der mittleren Zusammensetzung des Frauen- und Männer-Bluts, um wo möglich zugleich aus den Abweichungen, die sich bei Verschiedenheit des Geschlechtes, Alters und Temperaments darin darbieten, einige physiologische Schlüsse abzuleiten. Statt sämmtlicher unmittelbaren Bestandtheile des Blutes sind indefs nur die wesentlichen nach dem sehr einfachen Verfahren der HH. **Prevost** und **Dumas** bestimmt worden. Das Verfah-

wodurch der Farbstoff sich in braunen Flocken abscheidet, die nun noch zu waschen und zu trocknen sind. (Ein anderes Verfahren findet man in dem folgenden Aufsatz angegeben. *P.*)

*) Fett hat bekanntlich schon L. Gmelin gefunden. Neuerlich

ren bestand also darin, dafs das Serum getrocknet, und ihm dann durch kochendes Wasser die löslichen Salze und Extractivstoffe entzogen, dafs ferner der Blutkuchen getrocknet und seine Zusammensetzung aus der des analysirten Serums abgeleitet wurde. Das untersuchte Blut war durch Aderlafs von ganz gesunden Personen genommen, und zwar von Personen der höheren Klassen, bei denen die Resultate nothwendig sicherer ausfallen mufsten, als bei Personen in Hospitälern, weil die meisten derselben gewöhnlich lange Zeit hindurch Entbehrungen aller Art erlitten haben.

1000 Theile Frauenblut enthielten:

Wasser.	Eiweifs	Lösliche Salze und Extractivstoffe.	Blutkügelchen.	Untersuchte Blutmenge Grm.	Alter.	Temperament *).
790,840	71,180	7,990	129,990	533	53	l.
827,130	69,100	11,100	92,670	568	38	l.
801,918	59,159	9,313	129,610	386	34	l.
796,175	73,065	9,040	121,720	390	25	s.
792,561	69,082	8,703	129,654	528	60	s.
792,897	70,210	9,163	127,730	450	58	s.
853,135	68,756	9,760	68,349	374	22	s.
790,394	72,796	11,220	125,590	532	58	s.
799,432	74,740	10,509	115,319	398	54	s.
799,230	69,125	12,645	119,000	508	36	l.
853,135	74,740	12,645	129,990	Maximum		
790,394	59,159	7,990	68,349	Minimum		
804,371	69,721	9,944	115,963	Mittel		

will der Dr. Denis aufserdem gefunden haben: ein weifses und ein rothes phosphorhaltiges Fett (durch Auskochen des Faserstoffs mit Alkohol, Chevreul's Hirnfett analog), Cholesterin und einen neuen Stoff *Cruorin* (durch Kochen des Faserstoffs mit Wasser). (*Journ. de pharm.* 1831, *p.* 522.)

*) In dieser Kolumne bedeutet: *l.*, lymphatisches; *s.*, sanguinisches; *ls.*, lymphatisch-sanguinisches; *n.*, nervöses; und *g.*, galliges Temperament.

1000 Theile Menschenblut enthielten:

Wasser.	Eiweifs.	Lösliche Salze und Extractivstoffe.	Blutkügelchen.	Gerinnende Blutmenge Corn.	Alter.	Temperament.
790,210	71,970	14,000	133,920	416	45—49	s.
790,900	71,560	9,570	125,670	417	26	s.
782,271	66,090	10,349	141,290	451	36	l.
783,990	57,890	9,770	148,450	430	38—40	s.
805,263	65,123	12,120	117,484	454	45—50	l.
801,871	65,269	11,100	121,640	416	62—64	s.
795,861	61,790	10,200	132,129	390	32	s.
778,625	62,949	11,541	146,885	608	26	s.
788,323	71,061	8,925	131,688	625	30—32	s.
795,870	78,270	10,010	115,850	669	34	l.
805,263	78,270	14,000	148,450	Maximum		
778,625	57,890	8,870	115,850	Minimum		
789,320	67,500	10,869	132,491	Mittel		

Aus diesen Tafeln ergiebt sich Folgendes:

Die *Wassermenge des Bluts* ist verschieden nach dem Geschlecht (geringer bei dem männlichen), nach dem Alter (jedoch bei Individuen desselben Geschlechts, wenigstens zwischen 20 und 60 Jahren, nicht dem Alter proportional), und nach dem Temperament (bei gleichem Geschlecht kleiner bei sanguinischem als bei lymphatischem Temperament).

Die *Menge des Eiweifses* ist bei Personen beiderlei Geschlechts, sanguinischen wie lymphatischen Temperaments, fast gleich, aber verschieden nach dem Alter (ohne doch bei gleichem Geschlechte, zwischen 20 bis 60 Jahren, dem Alter proportional zu seyn).

Die *Menge der Blutkügelchen* ist gröfser beim Mann als bei der Frau, bei beiden Geschlechtern aber gröfser bei sanguinischen als bei lymphatischen Personen, so wie verschieden nach dem Alter, ohne jedoch, wenigstens zwischen 20 und 60 Jahren, dem Alter proportional zu seyn.

Die *Menge des Serums* ist grösser bei der Frau als bei dem Mann, in beiden Geschlechtern grösser bei lymphatischen als sanguinischen Personen, und verschieden nach dem Alter, ohne dafs, wenigstens zwischen 20 und 60 Jahren, irgend eine bestimmte Relation zu dem Alter stattfindet.

Die *Menge des Eiweifses, des Faserstoffs und des Blutroths*, mit einem Worte, die der *nährenden Substanzen*, ist kleiner bei der Frau als bei dem Manne, in beiden Geschlechtern kleiner bei lymphatischen Personen als bei sanguinischen, auch verschieden nach dem Alter, ohne dafs, wenigsten zwischen 20 und 60 Jahren, eine bestimmte Relation mit dem Alter vorhanden ist.

In dem *eigentlichen Serum*, gebildet aus Eiweifs und Wasser, scheint die Wassermenge, und folglich auch die Eiweifsmenge, beim Mann wie bei der Frau, bei sanguinischen und lymphatischen Personen nahe gleich zu seyn, variirt aber mit dem Alter.

Das Blut der Frauen enthält während der Menstruation fast nur halb so viel Blutkügelchen wie gewöhnlich, wie aus folgenden zwei Analysen hervorgeht.

Wasser	851,590	832,754
Eiweifs	66,870	60,891
Lösliche Salze und Extractivstoffe	11,290	13,210
Blutkügelchen	70,250	93,145
	1000,000	1000,000.

Dieselbe Wirkung wird, wie leicht vorauszusehen, auch durch wiederholte Aderlässe hervorgebracht. So z. B. fand sich in einem Frauenblut

	v. I. Aderlafs.	vom 3. Aderl. am 2. Tage.
Wasser	792,897	834,050
Eiweifs	70,210	71,111
Lösliche Salze und Extractivstoffe	9,163	7,329
Blutkügelchen	127,730	87,510
	1000,000	1000,000.

Das Verhältnifs des Eiweifses vom Serum erleidet dagegen durch wiederholte Aderlässe oder durch die Menstruationen weit unmerklichere Veränderungen, wie leicht begreiflich deshalb, weil die Flüssigkeit, welche auf Kosten des ganzen Systems im Verhältnifs zum abgelassenen oder abgegangenen Blut absorbirt wird, ein mit Eiweifs beladenes Wasser ist.

IV. *Ueber den Farbstoff des Ochsenbluts; von Hrn. Lecanu.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLV. p. 5.* Auszug.)

Zur Darstellung des Blutroths sind bisher vier Methoden vorgeschlagen. Vauquelin räth: 1 Th. Blutkuchen in 4 Th. Schwefelsäure und 32 Th. Wasser einzurühren, das Gemenge 5 bis 6 Stunden lang bis 70° C. zu erwärmen, dann zu filtriren, den Rückstand mit 36 Th. heifsem Wasser zu waschen, sämmtliche Flüssigkeiten bis zur Hälfte einzudampfen, und endlich durch Ammoniak zu fällen. Der Niederschlag, hinlänglich gewaschen, ist das Blutroth. Brande befreit frisch abgelassenes und geschlagenes Blut von seinem Faserstoff, läfst es dann stehen, und trennt den abgesetzten Farbstoff vom Serum. Engelhart verdünnt geschlagenes Blut mit 10 Theilen Wasser, erhitzt es dann bis 65° C., und sammelt den braunen Absatz, der nun gewaschen und getrocknet wird. Berzelius bringt den Blutkuchen, zur Absonderung des Serums, in dünnen Schichten auf Fliefspapier, trocknet ihn, zerreibt ihn dann mit kaltem Wasser, und erhitzt die Lösung, damit das Blutbroth gerinne, das er jetzt absondert, wäscht und trocknet *).

*) Eine fünfte, die von L. Gmelin, welche auf der Löslichkeit des Blutroths in kochendem Alkohol von 36° B. beruht (Siehe dess. Lehrb. Bd. 2 S. 1163) scheint Hr. Lecanu nicht gekannt zu haben. *P.*

Die erste dieser Methoden liefert, wie Berzelius gezeigt hat, den Farbstoff nur in geringer Menge, und noch dazu verändert, und gemengt mit Faserstoff und Eiweifs. Die zweite giebt nur ein Gemenge von Farbstoff und Serum. Die beiden letzten liefern zwar den Farbstoff weit reiner, aber in dem Zustande der völligen Unlöslichkeit in Wasser, wodurch sich seine Eigenschaften nur zum Theil ermitteln lassen *).

Um den Farbstoff, mit allen seinen Eigenschaften, namentlich mit der Löslichkeit in Wasser begabt, zu erhalten, behandelt Hr. L. den gut ausgetropften Kuchen des Ochsenbluts, nachdem er ihn durch wiederholtes Anrühren mit Wasser und Ausdrücken möglichst vom Serum befreit hat, mit Wasser, und überläfst die Lösung dem freiwilligen Verdunsten im Sonnenschein. Die zurückbleibende Masse stellt, nach Hrn. L., nicht, wie man bisher geglaubt hat, reinen Farbstoff dar, sondern eine Verbindung dieses mit Eiweifs. Er nennt diese Verbindung *Hématosine* (auch *Zoohématine*, *Hémochroïne*), und giebt deren Eigenschaften folgendermafsen an.

In Stücken schwarz und wie Gagat glänzend, in Pulver matt und ziegelroth, in dünnen Schichten röthlich und durchsichtig. In Wasser leicht löslich, eine schönrothe, fade schmeckende und riechende Lösung gebend, die geröthetes Lackmus nicht bläut, bei freiwilliger Verdampfung das Hämatosin mit allen seinen ursprünglichen Eigenschaften, namentlich der Löslichkeit in Wasser zu-

*) Für das chemische Publicum in Deutschland bedarf es wohl nicht der Bemerkung, dafs Berzelius in seinem Lehrbuche, Bd. III. S. 48, die Eigenschaften des auflöslichen Blutroths und dessen Verschiedenheit von dem geronnenen, der Hauptsache nach eben so wie hier Hr. L. beschrieben, auch ebendaselbst, S. 566 (und in dies. Ann. Bd. XIX S. 36) auf den ähnlichen gedoppelten Zustand des Eiweifses, Faserstoffs und Käsestoffs, so wie auf die Analogie dieser Stoffe mit den isomerischen Modificationen der Phosphorsäure, der Titansäure und des Zinnoxyds hingewiesen hat. *P.*

rückläfst, bis 65° C. erwärmt aber trübe wird, und, längere Zeit in der Temperatur 70° C. erhalten, das Hämatosin in braunen Flocken und verändert absetzt. Die wäfsrige Lösung wird ferner höher geröthet von Ammoniak, braun gefärbt von Essigsäure, gefällt von Alkohol roth, von Chlor weifs, von Galläpfelaufgufs braunroth, von Quecksilberchlorid roth, von Salpetersäure braun, auch, wenn die Lösung concentrirt ist, von Schwefel- und Salzsäure (doch sind diese Niederschläge in überschüssiger Säure löslich, der von Salpetersäure ist es nicht), während Kaliumeisencyanür und Jodkalium keine Niederschläge darin hervorbringen, auch Bleizucker und Bleiessig nicht, die doch Eiweifslösung fällen.

Alkohol, Schwefel- und Essigäther, so wie fette Oele, verändern und lösen das Hämatosin nicht, sondern entziehen ihm nur ein wenig Fett, das dem im Blut vorhandenen analog ist. Aetzkali und Ammoniak lösen das Hämatosin augenblicklich, und, besonders das Ammoniak, mit prächtig rother Farbe. Diese Lösungen werden von Essigsäure gefällt, und die ammoniakalische hinterläfst nach freiwilliger Verdampfung das Hämatosin als eine rothe Masse.

Mit Chlorwasserstoffsäure giebt das Hämatosin eine braune, fast schwarze Lösung, die sich bei Erhitzung nicht trübt, und abgedampft eine, trocken, fast schwarze, schwach sauer schmeckende Masse, chlorwasserstoffsaures Hämatosin, zurückläfst. Diese Masse (die man auch erhält, wenn man zum letzten Waschwasser vom Blutkuchen einen Ueberschufs von Chlorwasserstoffsäure hinzusetzt und den braunen flockigen Niederschlag sammelt) ist leicht in Wasser und verdünntem Alkohol, unvollständig aber in starkem Alkohol löslich. Die wäfsrige Lösung röthet Lackmus, und wird gefällt von Chlorlösung und von Jodkalium weifslich, von Galläpfelaufgufs, Kaliumeisencyanür, Ammoniak und Chlorwasserstoffsäure braun, und die beiden letzteren Niederschläge lösen sich in einem Ueberschufs

des Fällmittels. Die wäfsrige Lösung des chlorwasserstoffsauren Eiweifs (erhalten durch Behandlung von blutrothfreiem Serum oder Eierweifs mit Chlorwasserstoffsäure, wobei diese in überschüssiger Säure unlösliche Verbindung als weifse Flocken zurückbleibt), und die des chlorwasserstoffsauren Faserstoffs (erhalten durch Auflösen der Blutfaser in Chlorwasserstoffsäure, Absondern des nicht gelösten Fetts, und Niederschlagen der Verbindung durch starken Zusatz von Wasser) verhalten sich ähnlich, nur sind sie weifs, wie die Niederschläge, die Ammoniak und Chlorwasserstoffsäure in ihnen hervorbringen, und ebenfalls in einem Ueberschufs dieses Fällmittels löslich sind. In starkem Alkohol ist das chlorwasserstoffsaure Eiweifs vollkommen unlöslich.

Concentrirte Schwefelsäure färbt die rothe Lösung des Hämatosins violett; bei längerer Berührung löst sie dasselbe auf, und diese Lösung wird durch Zusatz von Wasser, unter Fällung brauner Flocken, vollständig entfärbt. In der darüberstehenden Flüssigkeit zeigt Kaliumeisencyanür deutlich die Gegenwart von Eisen an. Mit dem 3- oder 4fachem Wasser verdünnte Schwefelsäure bildet sich ein saures schwefelsaures Hämatosin, welches als eine braunschwarze Masse am Boden liegen bleibt, sich auch bei Erhitzung nicht merklich in dieser Säure, und erst in vielem Wasser löst.

Vollkommen trocknes Hämatosin erträgt die Siedhitze des Wassers mehrere Stunden lang, ohne dadurch seine Löslichkeit in Wasser zu verlieren; längere Erhitzung mag ihm, wie es vom Eiweifs bekannt ist, indefs wohl die Löslichkeit nehmen. In höherer Temperatur schmilzt es, schwillt auf, und giebt, unter dem gewöhnlichen Geruch trocken destillirter thierischer Körper, eine voluminöse, glänzende und leichte Kohle, deren Asche roth ist, und so sehr dem Eisenoxyd gleicht, dafs es scheint, sie bestehe alleinig daraus. 100 Th. Hämatosin aus dem Blute mehrer Individuen, gaben im Mittel

97,742 verbrennliche Theile, 1,724 Salze (kohlensaures und salzsaures Natron, kohlensaure und phosphorsaure Kalk- und Talkerde) und 0,534 Eisenoxyd.

Das Hämatosin, welches aus der wäfsrigen Lösung durch Erhitzung oder Zusatz von Alkohol, oder aus der chlorwasserstoffsauren Lösung durch Ammoniak geschieden worden ist, giebt bei der Analyse gleiche Resultate, unterscheidet sich aber von dem löslichen Hämatosin dadurch, dafs es sich in Wasser gar nicht löst, in Aetzkalilauge langsam, in Aetzammoniak schwierig, in Chlorwasserstoffsäure sehr schwer und sehr wenig, so wie in concentrirter Essigsäure, wiewohl es in derselben gallertartig wird, erst bei Erwärmung.

Das Hämatosin ist, wie schon erwähnt, nach Hrn. L. nicht der reine Farbstoff des Bluts, sondern eine chemische Verbindung dieses Farbstoffs mit Eiweifs. Um diefs zu erweisen, fällt er die wäfsrige Lösung des Hämatosins mit Chlorwasserstoffsäure, und behandelt den braunen Niederschlag von saurem chlorwasserstoffsauren Hämatosin, nachdem er gewaschen und getrocknet ist, mit siedendem Alkohol; dadurch entsteht eine rothbraune Lösung und ein weifser Rückstand. Die Lösung, aus der Ammoniak rothbraune Flocken fällt, enthält sauren chlorwasserstoffsauren Farbstoff im Zustande der Reinheit; Der Rückstand dagegen besteht aus chlorwasserstoffsaurem Eiweifs, dessen Eigenschaften mit den vorhin angegebenen übereinstimmen.

Dafs dieser Eiweifsgehalt kein mechanischer sey, nicht von Serum herrühre, das etwa im Blutkuchen zurückgeblieben, zeigt Hr. L. dadurch, dafs er sich immer gleich bleibt, immer etwa 50 Procent beträgt, aus dem wievielten Waschwasser des Blutkuchens auch das Hämatosin bereitet worden seyn mag. Demnach betrachtet Hr. L. das Hämatosin als eine chemische Verbindung von Eiweifs mit reinem Farbstoff, den er *Globulin* nennt *).

*) Indefs ist nach Hrn. L. das Globulin nur im Ochsen- und Ham-

Um das *Globulin* zu erhalten, schüttet Hr. L. in geschlagenes und zuvor mit 4 bis 5 Th. Wasser verdünntes Ochsenblut Bleiessig in geringem Ueberschufs, befreit die vom Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit durch schwefelsaures Natron vom überschüssigen Blei, und versetzt sie, nachdem sie zur völligen Absetzung des schwefelsauren Bleioxyds einige Stunden gestanden hat und nochmals filtrirt worden ist, mit Chlorwasserstoffsäure, wodurch das Globulin als saures Salz in braunen Flocken niedergeschlagen wird. Dieser Niederschlag, nachdem er gewaschen, in Leinwand stark ausgedrückt und im Wasserbade getrocknet worden ist, wird nun wiederholt mit Alkohol ausgekocht und die Lösung mit Aetzammoniak gefällt, wodurch man einen rothen flockigen Niederschlag bekommt, der, nachdem er durch Waschen vom Ammoniak befreit und getrocknet worden ist, das Globulin im Zustande der Reinheit darstellt.

Als Vorsichtsmafsregeln empfiehlt Hr. Lecanu hiebei: 1) die rothe Lösung nicht zu lange mit überschüssig angewandtem Bleiessig stehen zu lassen, weil sie sonst dadurch verändert und braun wird; 2) das saure Coagulum völlig zu trocknen, weil das chlorwasserstoffsaure Eiweifs sehr merklich in verdünntem Alkohol löslich ist; 3) die alkoholischen Lösungen so zu verdünnen, dafs sich nicht beim Erkalten ein gallertartiger Niederschlag bildet, wie es bei den ersten Auskochungen, wenn sie concentrirt sind, der Fall ist, weil man sonst mit dem Ammoniak leicht nur eine unvollständige Zerzetzung bekommt; 4) weder zu wenig noch zu viel Ammoniak hinzuzusetzen, weil sonst entweder das Globulin Chlorwasserstoffsäure zurückhält, oder sich zum Theil wieder löst.

melblut mit Eiweifs verbunden, im Menschenblut dagegen, wie es scheint, im freien Zustande vorhanden; wenigstens löst sich das chlorwasserstoffsaure Hämatosin vom Menschenblut vollständig in Alkohol, bis auf eine sehr geringe Spur von chlorwasserstoffsaurem Eiweifs.

Das Globulin ist geruch- und geschmacklos, im feuchten Zustande blutroth, im trocknen braunroth, unlöslich im Wasser und Alkohol, in der Kälte wie in der Wärme, dagegen ungemein löslich in Aetzkalilauge und Ammoniakflüssigkeit. Die alkalische Lösung gerinnt nicht bei Erwärmung, giebt mit Kaliumeisencyanür keinen Niederschlag, wohl aber einen braunen mit Galläpfelaufguſs, Chlorwassertsoff-, Schwefel- und Essigsäure, so wie mit Chlor, von denen der letztere zuletzt farblos wird (und in der darüberstehenden Flüssigkeit Eisen durch Kaliumeisencyanür erkennen läſst), und die drei vorhergehenden in Ueberschuſs der Säuren löslich sind.

Concentrirte Schwefelsäure löst das Globulin und färbt sich dabei roth, verdünnte löst es aber selbst bei Erwärmung nicht. Von Essigsäure wird es leicht und mit brauner Farbe gelöst.

Chlorwasserstoffsäure löst das Globulin ebenfalls leicht und mit brauner Farbe. Sie bildet mit ihm eine neutrale Verbindung, die man am leichtesten erhält, wenn man das chlorwasserstoffsaure Hämatosin mit Alkohol kocht und die Lösung verdampft. Man erhält sie so in glänzenden Blättchen, von fadem Geruch, saurem und unangenehmen Geschmack, die sich leicht in Wasser und Alkohol lösen, besonders bei Erwärmung. Ihre wäſsrige Lösung wird nicht gefällt von Bleiessig, wohl aber von Galläpfelaufguſs hellbraun, von Kaliumeisencyanür braun, von Jodkalium (wenn die Lösung nicht zu verdünnt ist) bräunlich, und von Chlor, unter Entfärbung der Flüssigkeit, weiſslich (in der Lösung ist dann Eisen durch Kaliumeisencyanür nachzuweisen), endlich auch von Ammoniak zu einem in diesem Fällmittel löslichen Niederschlag.

Bei Erhitzung verhält sich das Globulin wie das Hämatosin. Globulin von Ochsenblut lieferte beim Einäschern 98,6 Verlust und 1,4 Eisenoxyd; das von Menschen-

schenblut 98,26 Verlust und 1,74 Eisenoxyd; beide Arten des Globulins gaben nur Spuren von Salzen *).

*) In Bezug auf diese Arbeit des Hrn. Lecanu bemerkt Berzelius in seinem 11. Jahresbericht, S. 315, zunächst, dafs er es durch seine Versuche nicht habe bestätigt finden können, dafs der Farbstoff des Bluts nicht vom Bleiessig gefällt werde. Es werde bei dieser Fällung zuletzt nur so viel Essigsäure frei, dafs dadurch kein weiterer Niederschlag entstehe. Dann fährt er fort: „Als Beweis, dafs der (nach S. 555 gegebener Vorschrift) bereitete Farbstoff reiner sey, als der ohne solche Umwege dargestellte, führt Hr. L. an, dafs der aus Menschenblut erhaltene 1,74, und der aus Ochsenblut 1,4 Eisenoxyd gebe, begeht jedoch dabei den Fehler, den ganzen Gehalt an Asche für Eisenoxyd anzusehen (*presque uniquement formé de peroxyde de fer*). Allein diefs ist dieselbe Menge Asche, die der Farbstoff gewöhnlich giebt, und die man, sucht man nicht absichtlich die anderen Bestandtheile darin, allerdings leicht, durch die rothe Farbe getäuscht, für Eisenoxyd nehmen kann. Wenigstens ist es gewifs, dafs ich aus einem, nach Gmelin's Methode dargestellten Farbstoff, durch Auflösen in kochendem Alkohol und nachheriges Verbrennen, nicht bemerkenswerth mehr Eisenoxyd erhielt als aus dem früher von mir analysirten.

In Verbindung mit dem, was schon früher über den Farbstoff des Bluts bekannt war, läfst sich aus L's Arbeit das Resultat entnehmen, dafs, gleich wie der Farbstoff selbst in kochendem Alkohol löslich ist, wie L. Gmelin zuerst gezeigt hat, auch seine Verbindung mit Chlorwasserstoffsäure, und vielleicht auch die mit andern Säuren, in kochend heifsem Alkohol löslich ist, und sich auf diese Weise von Eiweifs, seinem fast steten Begleiter, reinigen läfst. Allein unmöglich führen diese Versuche zur Annahme einer chemischen Verbindung zwischen einem Farbstoff und Eiweifs, die eine Umkleidung der Blutkügelchen bilde, und deshalb wird also der neue Name Globulin für die Wissenschaft überflüssig. — Hinzuzufügen ist noch, dafs alle von Lecanu vom Globulin angegebenen Eigenschaften auch mit den gewöhnlichen Angaben über den Blutfarbstoff übereinkommen, und dafs es seine ursprünglichen Charactere nicht so gut beibehalten hat, wie der mit Alkohol ohne Salzsäure gereinigte Farbstoff, dessen ich in meinem Lehrbuche, Bd. III S. 55, erwähnt habe.

V. *Ueber das Athemholen der niederen Thiere; von G. R. Treviranus in Bremen.*

(Auszug aus der Zeitschrift für Physiologie, Bd. IV S. 1.)

Ueber das Athmen der wirbellosen Thiere sind bisher nur wenige Versuche von Vauquelin *), Spallanzani **) und Sorg ***) angestellt, die noch dazu keine grofse Zuverlässigkeit besitzen, da der Sauerstoff theils durch Phosphor (Vauquelin und Spallanzani), theils durch das schlechteste aller eudiometrischen Mittel, durch Salpetergas (Sorg), bestimmt worden ist, auch die beiden letzten Naturforscher ganz versäumt haben, auf die Veränderungen der Temperatur und des Luftdrucks Rücksicht zu nehmen. Diese Gründe bestimmten den Verfasser zur Aufnahme seiner Untersuchung.

Sein Verfahren dabei war folgendes. Kleinere Thiere liefs er in derselben Röthe athmen, in der er hernach die geathmete Luft analysirte. Damit sie nicht die Sperrflüssigkeit berührten, auch ohne Beschädigung und ohne Verlust an Luft weggeschafft werden konnten, brachte er sie mit einem dünnen Metalldraht, der am Ende und einigen andern Stellen zu einem Drahtsieb zusammengeflochten war, in die Röhre. Wann mehrere Thiere zugleich in der nämlichen Luft athmeten, wurde jedes zwi-

*) *Annal. de chimie, T. XII* (*A.* 1792) *p.* 273.

**) *Mémoires sur la respiration par* L. Spallanzani, *traduits en Français, d'après son manuscrit inédit par* J. Sennebier, *Genève* 1803; und Sennebier in dessen Werk *Rapport de l'air avec les êtres organisés.*

***) T. L. A. W. Sorg. *Disquisit. physiol. circa respirationem insectorum et vermium, quibus palmam adjudicavit Societas Reg. scient. Gött. Rudolstadtii* 1805.

schen zwei solche Geflechte eingeschlossen. Gröfsere Thiere athmeten unter weiteren graduirten Cylindern, aus denen die respirirte Luft in engere Absorptionsröhren zur Prüfung gebracht wurde. Zur Sperrflüssigkeit diente immer Quecksilber, wo nicht eine andere Materie genannt ist. Nachdem die kleineren Thiere mittelst des Metalldrahts aus der Glasröhre unter dem Quecksilber hervorgezogen waren, brachte er die Röhre, mit so viel Quecksilber, als eben zum Sperren der Luft hinreichte, in ein Fläschchen, füllte den übrigen Raum desselben mit der zum Absorbiren der Kohlensäure bestimmten Flüssigkeit (gewöhnlich ätzendes Kali, in einigen Fällen ätzender Baryt), und liefs diese in das aus dem Quecksilber hervorgezogene untere Ende der Röhre treten. Nach beendeter Absorption wurde die Flüssigkeit mit destillirtem Wasser übergossen, so lange, bis sie weggespült war, dann die Röhre wieder in das Quecksilber gesenkt, der Rest des Wassers mit einer Spritze weggenommen, und nun die Röhre mit der zur Absorption des Sauerstoffs dienenden Flüssigkeit (Schwefelkali-Lösung) gefüllt. Um die Röhre in der Flüssigkeit schwebend zu erhalten, wurde sie mittelst eines durchbohrten Korks in dem Halse der Flasche befestigt. Zum Auffangen der Luft aus gröfseren Cylindern diente eine Wanne mit abgekochtem Wasser, da dieses, wie schon Berthollet gefunden *), auf die Luft, bei momentanem Durchgange keine merkbare Mischungsänderung hervorbringt.

Das Kaliwasser blieb 12 bis 14, das Barytwasser 36 bis 48 Stunden mit der Luft in Berührung. Die Schwefelkali-Lösung mufste in Röhren von 6 bis 8 Lin. Weite 6 bis 8 Tage lang wirken, ehe die Einsaugung vollendet war; bei gröfserer Berührungsfläche und niedrigerem Stande des inneren Niveaus ging sie rascher vor sich. Wegen der langen Dauer der Versuche wurde auf die Bestimmung der Temperatur und des Luftdrucks

*) *Mém. de la Société d'Arcueil, T. II p.* 458.

die höchste Sorgfalt verwandt *), vor Allem zu Anfange, wo die Röhren mit den Händen berührt werden mußten. Bei Vergleichung der geathmeten Luft mit der atmosphärischen wurde angenommen, daſs diese aus: 0,01 Kohlensäure, 0,21 Sauerstoff und 0,78 Stickgas bestehe.

In allen Fällen, wo nicht ausdrücklich ein anderes bemerkt ist, wurden die Versuche nur mit kraftvollen Thieren angestellt, die erst eben oder vor wenigen Stunden gefangen waren, und nur so lange fortgesetzt, als die Thiere sich noch willkührlich bewegten. Die Wirkungen des Athmens nehmen aber desto mehr ab, je länger das Thier ein und dieselbe nicht erneute Luft athmet, und je geringer die Menge dieser Luft ist. Vergröſsert man die Luftmasse, ohne die Dauer des Athmens in gleichem Verhältnisse zu verlängern, so ändert sich die Mischung der Luft zu wenig, um bei der chemischen Prüfung genaue Resultate zu geben. Läſst man das Thier in einer gröſseren Luftmasse längere Zeit respiriren, so erreicht man nicht mehr als beim Athemholen in einer kürzeren Zeit und in einer kleineren Luftmenge, und überdieſs leidet das Thier dann Hunger. Jede der Zahlen in der vierten Columne der folgenden Tafel ist daher als das Minimum von dem anzusehen, was beim Athemholen der Thiere im freien Zustande unter sonst gleichen Umständen erfolgt. Es versteht sich übrigens, daſs unter der Respiration, von der hier die Rede ist, die mit begriffen ist, welche durch die ganze Oberfläche der Haut erfolgt.

Die Ergebnisse der auf diese Weise angestellten Versuche zeigt die folgende Tafel.

*) Dagegen scheint der Verfasser, die Berichtigung in Bezug auf den Wasserdampf in der Luft vor und nach dem Versuch unberücksichtigt gelassen zu haben. *P.*

No. des Versuchs.	Arten der Thiere.	Temperatur beim Versuche.	Pariser Kubikzoll, reducirt auf 15° R. und 28″ B., auf 100 minutenlanges Athmen und 100 Gran schweres Thier.				
			Eingeathmete Luft.	Absorbirtes		Excernirtes	
				Sauerstoffgas.	Stickgas.	Kohlensäuregas.	Stickgas.
1	*Apis mellifica operaria* *) *A*	11°,5 R.	27,2	1,35	0	0,82	0,53
2	- - - *B*	22	48,6	2,77	0	2,25	0,52
4	*Bombus lapidarius* *A*	12,5	3,8	0,43	0	0,31	0,12
5	- - *B*	15	23,7			1,70	
6	- - *C*	16	10,0			0,72	
7	- *terrestris* *A*	14 bis 23	11,0			1,74	
8	- - *B*	9 bis 12	2,2	0,26	0	0,22	0,04
9	- *muscorum*	17	46,2	0,82	0	0,64	0,18
0	*Syrphus nemorum*	16 bis 16,5	7,4	0,80	0	0,50	0,30
11	*Papilio brassicae* (Raupe) . .	14 bis 13	2,8	0,28	0	0.16	0,12
12	- *Rapae* *A*	15	8,3	2,26	0	0,72	1,54
13	- *B*	13,5 bis 17	2,0	0,37		0,29	
14	- *Atalanta* *A*	13 bis 28	27,0	2,85		2,65	
15	- - *B*	15	105,0	2,35		1,50	
16	*Libellula depressa* *A*	17 bis 16,5	6,2	0,74	0	0.37	0,37
17	- - *B*	16,5 bis 14	7,5	0,93	0	0.33	0,60
18	*Cetonia aurata* (Larve)	17	6,1	0,06	0	0,04	0,02

*) Die Namen der Insecten sind die von **Fabricius**.

No. des Versuchs.	Arten der Thiere.	Temperatur beim Versuche.	Pariser Kubikzoll, reducirt auf 15° R. und 28″ B., auf 100 minutenlanges Athmen und 100 Gran schweres Thier.				
			Eingeathmete Luft.	Absorbirtes		Excernirtes	
				Sauerstoffgas.	Stickgas.	Kohlensäuregas.	Stickgas.
19	*Cetonia Aurata A*	16°,5 R.	2,9			0,21	
20	- - *B*	13,5 bis 14,5	1,5	0,07		0,06	
21	*Melolontha horticola*	13 bis 15	2,0	0,17	0	0,07	0,10
22	*Carabus niger*	11 bis 15	4,8	0,56	0	0,23	0,33
23	*Oniscus Asellus*	11,5 bis 15	14,5	0,60	0	0,20	0,40
24	*Hirudo Gulo* (Braun)	16 bis 15	0,4	0,09	0	0,03	0,05
25	*Lumbricus terrestris*	16 bis 15	0,1	0,03	0	0,01	0,02
26	*Limax ater A*	16,5	0,2	0,01	0,01	0,02	0
27	- - *B*	17	0,5	0,07		0,01	0,06
28	- - *C*	14 bis 15	0,3	0,05		0,04	0,01
29	*Helix hortensis A*	11,5 bis 16	0,5	0,09	0,01	0,10	0
30	- - *B*	13,5 bis 16	0,5	0,10	0,05	0,15	0
31	*Planorbis corneus* (Draparn.)	17	0,5	0,014	0	0,007	0,007
32	*Bufo cinerus* (Merr.) *A* . . .	17	4,4	0,07	0	0,02	0,05
33	- - *B*. . .	15	0,6	0,08	0	0,03	0,05
34	*Rana temporaria A*	14	0,7			0,10	
35	- - *B*	13 bis 15	0,8	0,15		0,15	
36							

Bemerkungen. Es wurde angestellt: No. 2 im Sonnenlicht bei heftiger Bewegung des Thiers, No. 7 im Sonnenlicht, No. 12 nach 28stündigem Hungern, No. 13 in der Periode des abnehmenden Lebens, No. 14 nach 3tägigem Hungern, No. 15 nach 3tägigem Hungern und geschwächt vom vorigen Versuch, No. 20 nach 2tägigem Hungern, No. 27 nach $2\frac{1}{2}$tägig. Hungern und geschwächt vom vorigen Versuch, No. 35 nach 3tägigem Hungern.

Aus diesen Versuchen zieht nun der Verfasser folgende Schlüsse:

1) Die Erzeugung der Kohlensäure beim Athmen niederer Thiere ist abhängig von der Temperatur des Mediums. Belege dafür sind No. 2 und 1, No. 7 und 8 u. s. w. Die Stärke der Thiere modificirt indefs das Gesetz. Die Schmetterlinge in No. 12 waren zwar geschwächt durch Hungern, doch aber noch in der höchsten Periode des Lebens, lieferten daher bei 15° R. viertehalbmal so viel Kohlensäure als die in No. 13 bei 13°,5 und 17°, da sie sich im abnehmenden Leben befanden.

2) Die Menge der Kohlensäure hängt von den willkührlichen Bewegungen dieser Thiere ab. Beleg No. 2. Die beweglichsten der wirbellosen Thiere, z. B. Bienen, Hummeln und Tagschmetterlinge, liefern auch die meiste Kohlensäure. Der kraftvolle Goldkäfer (No. 19) lieferte fünfmal so viel als die Larve der *Cetonia aurata* (No. 18), der Pferdeegel (24) dreimal so viel als der Regenwurm (25).

3) Das Verhältnifs zwischen dem verschluckten Sauerstoff und der ausgehauchten Kohlensäure ist nicht immer gleich, sondern hängt ab von der Stärke des Athmens, der Dauer desselben bei Abnahme der respirablen Luft und dem Volume der geathmeten Luft. Je mehr Kohlensäure beim Athmen in freier Luft entbunden wird, je weniger das Thier in einem sauerstoffarmen Medium auszudauern vermag, desto kleiner ist jenes Verhältnifs bei

nicht zu langem Respiriren in geringer Menge atmosphärischer Luft. Wird das Athmen in solcher Luft lange fortgesetzt, fangen die Kräfte des Thieres zu sinken an, so nimmt die Excretion der Kohlensäure in gröfserem Verhältnisse als die Absorption des Sauerstoffs ab. Beweis: No. 14 und 15.

Alle kräftig athmenden Thiere sterben aber in eingeschlossener Luft lange bevor sie derselben allen Sauerstoff entzogen haben. Anders verhalten sich manche Mollusken, denn bei ihnen findet das Gegentheil des oben Gesagten statt. Diese verzehren nämlich nicht nur alles in der Luft befindliche Sauerstoffgas, sondern fahren dann noch fort Kohlensäure auszuhauchen; zuweilen erzeugen diese Thiere gar mehr Kohlensäure als sie Sauerstoff verschlucken, bevor sie dieses ganz verzehrt haben. Diese lange Ausdauer der Respiration in einer Atmosphäre, in der das Athmen der übrigen Thiere aufhört, bemerkte Vauquelin an *Limax flavus* und *Helix arbustorum*, Spallanzani an *Helix arbustorum*, und Sorg an *Helix Pomatia;* der Verfasser fand sie beim Versuch 29 bestätigt, wo eine Gartenschnecke einer Luftmasse von 4,37 K. Z. bei 11°,5 bis 15° binnen 43 Stunden allen Sauerstoff entzog.

4) Bei den meisten Versuchen blieb das Volumen der geathmeten Luft ganz unverändert. Vergröfsert wurde es (aber nur um 1 oder 2 Hundertel K. Z.) in No. 11 und 13; vermindert bei No. 7, 13, 14, 15, 20, 24, 25. Der Verfasser konnte nicht ermitteln, worin das Verlorene bestand, und ist nicht ganz sicher, wodurch der Verlust veranlafst ward; er glaubt indefs, von der Aufnahme einer geringen Menge Luft in den Nahrungskanal während des Saugens der Thiere *).

5) Ungeachtet in den meisten Fällen das Luftvolum ungeändert blieb, wurde doch immer mehr Sauer-

*) Auch die hygroskopische Beschaffenheit des Körpers der Thiere könnte wohl von merkbarem Einflufs seyn. *P.*

stoff absorbirt, als Kohlensäure ausgehaucht, folglich mufste Stickgas entbunden worden seyn.

6) Mehr Stickgas als Kohlensäure wurde ausgehaucht von *Libellula depressa*, *Carabus niger*, *Oniscus Asellus*, *Hirudo Gulo*, *Lumbricus terrestris*, *Limax ater* (27), *Bufo cinereus* (32 und 33), mithin von Thieren, die sich entweder blofs von thierischen Substanzen, oder, wie die Nachtschnecken, von Pilzen, also sehr stickstoffreichen Materien, nähren. Pflanzenfressende Insecten, wie Bienen (1 und 2), Hummeln (4, 8, 9), *Syrphus nemorum* (10), Kohlraupe (11) u. s. w. hauchten weniger Stickgas als Kohlensäure aus. Eine Ausnahme machen indefs die Rübenschmetterlinge (12) und die Melolonthen, die, ungeachtet sie pflanzenfressend sind, sich dennoch in dieser Beziehung wie die Fleischfresser verhalten.

7) Schon Renger*) hat die Bemerkung gemacht, dafs die Insecten gleich den Wirbelthieren auch transpiriren. Diefs fand der Verfasser bestätigt bei einer 6,77 Gran schweren Erdhummel, die binnen 48 Stunden, während ihr alle Nahrung entzogen war, 0,4, also den 17ten Theil ihres ganzen Gewichts durch die Ausdünstung verlor.

8) Um die Respiration der wirbellosen Thiere mit der von Amphibien, Fischen und Säugethieren zu vergleichen, hat der Verfasser die Resultate der früheren Versuche von Berthollet**), Allen und Pepys***), Despretz †), Provençal und Humboldt ††) auf ein gleiches Gewicht der athmenden Thiere zurückzuführen gesucht. Er nimmt das mittlere Gewicht eines Meer-

*) Physiologische Untersuchungen über die thierische Haushaltung der Insecten, S. 38.

**) *Mém. d'Arcueil, T. II p.* 461.

***) *Phil. Transact.* 1809, *p.* 412, und *Phil. Transact. f.* 1829, *p.* 279 (diese Ann. Bd. XVIII (94) S. 398).

†) Dessen *Traité element. de Phys. Ed.* 2.

††) *Mém. d'Arcueil, T. II. p.* 359.

schweinchens zu 1½ Pfund, eines Kaninchens zu 3 Pfund, einer Katze ebenfalls zu 3 Pfund, einer Taube zu 8 Unzen und einer Schleihe zu 6 Unzen. Auf 100 Gran Gewicht des Thiers und 100 minutenlanges Athmen reducirt, finden sich dann aus jenen Versuchen nachstehende Resultate *):

	Volumen d. geathmeten Luft bei 15° R.	Ausgeathm. Kohlensäureg. bei 15° R.	Verschlucktes Sauerstoffgas bei 15° R.
Meerschweinchen			
nach Berthollet	6,6 K.Z.	0,42 K.Z.	0,67 K.Z.
- Allen und Pepys	14,7	0,60	0,74
- Despretz	0,9	0,47	0,68
Kaninchen			
nach Berthollet	7,7	0,44	0,60
Katze			
nach Despretz	15,5	0,66	0,98
Taube			
nach Despretz	23,3	0,99	1,58
- Allen und Pepys	18,9	0,96	1,14
Schleihe			
nach Provençal u. Humboldt	0,035	0,010	0,009

*) Bei dieser Gelegenheit berichtigt der Verfasser auch einige Fehler in diesen Arbeiten. Er zeigt z. B., dafs der Schlufs, welchen Allen und Pepys aus ihren Versuchen zogen, nämlich als sey die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure der des eingeathmeten Sauerstoffgases gleich, keine Gültigkeit habe, da diese Physiker fälschlich voraussetzten, die eingeathmete Luft enthalte keine Kohlensäure. Nimmt man, gemäfs den bisherigen Erfahrungen, 0,01 Kohlensäure in der atmosphärischen Luft an, so findet man das Volum der ausgeathmeten Kohlensäure etwa ein Fünftel kleiner, als das des verzehrten Sauerstoffgases.

Provençal und Humboldt schlossen aus ihren Versuchen, dafs die Fische neben Sauerstoffe immer auch Stickgas absorbiren, dabei weniger Kohlensäure erzeugen als Sauerstoff verzehren, und vermöge der Absorption des Stickgases das Volumen der geathmeten Luft verringern. Sie folgern diefs aus der Erfahrung, dafs 2582 Th. Wasser vor dem Athmen 524 Th.

Die Betrachtung dieser und der vorhergehenden Tafel ergiebt nun Folgendes. Die Katze athmet stärker als das Meerschweinchen und das Kaninchen, die Taube noch stärker als die Katze. Die Biene erzeugt bei einer Wärme der Luft von 11°,5 fast eben so viel, und bei einer Wärme von 22° weit mehr kohlensaures Gas als selbst die Taube. Eine *Papilio Atalanta* excernirt sogar noch, wenn sie einige Tage ohne Nahrung gewesen ist, bei 15° eine weit gröfsere Quantität jenes Gases als dieser Vogel. Den Hummeln stehen die erwähnten Säugethiere bei einer Temperatur von 16° bis 17° an Stärke der Respiration nach. Ein *Syrphus nemorum* kommt diesen bei einer solchen Wärme ungefähr darin gleich. Die übrigen Insecten, die Anneliden und Mollusken respiriren bei einer Temperatur von 11° bis 17° zwar schwächer als die warmblütigen Thiere, doch wenigstens eben so stark als eine Kröte und stärker als eine Schleihe.

Die kaltblütigen Thiere verzehren beim Athmen einer kleinen Quantität Luft oft dreimal (No. 12, 17, 21, 23, 24, 32, 33), zuweilen selbst sieben- bis achtmal so viel Sauerstoff als sie Kohlensäure ausleeren. Bei warmblütigen Thieren ist das Verhältnifs der beiden Gase nicht so ungleich, obgleich auch bei ihnen die Menge des verschluckten Sauerstoffs gröfser ist, als die der aus-

Luft, nach demselben aber nur 453 Th. Luft enthielten, und betrachteten den Verlust von 71 Th. Luft als Wirkung der Respiration. Der Verfasser bemerkt dagegen, dafs diese 71 Th. Luft wohl durch das Wasser in den Magen gekommen waren, und nicht beim Athmen mitgewirkt hatten, dafs also die wahre Wirkung der Respiration aus der Zusammensetzung von 453 Th. Luft vor und nach dem Athmen hergeleitet werden müsse. Auf diese Weise findet er, dafs jede Schleihe in diesen Versuchen binnen 8 Stunden 30 Minuten von 5,22 K. Z. in 28,8 K. Z. Wasser enthaltener atmosphärischer Luft 1,41 K. Z. Sauerstoff nebst 0,12 K. Z. Stickgas verzehrte, und dafür 1,53 K. Z. Kohlensäure ausleerte. (Alles auf 15° R. reducirt.)

gehauchten Kohlensäure. Die Frösche vermindern zuweilen, wie manche Insecten, ebenfalls das Volumen der Luft, mit der sie eingeschlossen sind (No. 34, 35), und einige Fische haben mit manchen Molusken das Vermögen gemein, beim Athmen einer geringen Luftmasse, mehr Kohlensäure auszusenden als sie Sauerstoff verschlucken.

9) Wenn allgemein der Grad der thierischen Wärme mit der Quantität der bei der Respiration entweichenden Kohlensäure in geradem Verhältnifs stände, müfste beim stärkeren Athmen der Bienen, Hummeln und Schmetterlinge der Körper dieser Thiere auffallend erhitzt werden, falls nicht auch eine bedeutende Quantität Stickgas ausgehaucht würde; denn da dieses Gas eine gröfsere Wärmecapacität hat als das Sauerstoffgas, so würde ein Theil der Wärme, die durch die Bildung der Kohlensäure, eines Gases von geringerer Wärmecapacität als das Sauerstoffgas, entbunden worden ist, wieder latent werden. Die Insecten hauchen indefs nicht nur eben so viel (No. 16), sondern gar zweimal so viel (No. 12, 17, 23) Stickgas wie Kohlensäure aus, und überdiefs ist die Stärke ihres Athmens von der Temperatur des Mediums abhängig. In einem kälteren Medium vermögen sie nur durch willkührliche Verstärkung des Athemholens, in Folge willkührlicher Bewegungen des ganzen Körpers, Wärme zu entbinden; dafs die Insecten sich wirklich bei heftiger Bewegung erwärmen, zeigte die Wirkung einer Hummel auf ein Thermometer.

10) Berechnet man das Gewicht der Kohlensäure, des Stickgases und des Sauerstoffgases, das von den Thieren in einer gewissen Zeit entbunden oder verzehrt wird, so ergiebt sich ein Ueberschufs des Angeeigneten über das Ausgeleerte, doch in so geringer Menge, dafs dadurch die Masse des Körpers nicht beträchtlich vergröfsert werden kann. Der Verfasser findet z. B., dafs die Libelle im Versuche 16, die 3 Gran wog, nach 16 Stunden um 0,01037 Gran, d. h. um $\frac{1}{289}$ ihres Gewichts,

durch die Respiration zugenommen habe. Indefs ist der durch die Transpiration herbeigeführte Gewichtsverlust weit überwiegender. Die Erdhummel im Versuch 8 gewann, wie die Rechnung zeigt, beim Athemholen innerhalb 48 Stunden 0,027 Gran, verlor aber, wie bereits vorhin erwähnt, in gleicher Zeit durch Transpiration 0,4 Gran, also funfzehnmal mehr.

11) Durch eine ähnliche Rechnung findet der Verfasser, dafs die 2 Gran wiegende *Papilio Atalanta* im Versuch 15 binnen drei Tagen 0,15 Gran Kohlenstoff verlor. Die Wägung einer andern *P. Atalanta* zeigte, dafs die harten (wohl nicht durch das Athmen veränderlichen) Theile dieses Schmetterlings auf etwa 1 Gran zu schätzen waren; es bliebe mithin für die weichen Theile 1 Gran, und, wenn man diesen als beiläufig zur Hälfte aus Wasser bestehend annimmt, für den Kohlenstoff in denselben ungefähr 0,3 Gran. Es ergäbe sich mithin das auffallende Resultat, dafs die weichen Theile innerhalb dreier Tage die Hälfte ihres ganzen Kohlenstoffgehalts verloren hatten.

VI. *Beschreibung einer Methode, die Menge der in der Atmosphäre enthaltenen Kohlensäure zu bestimmen;*
von C. Brunner in Bern.

Dafs die Kohlensäure ein fast constanter Bestandtheil der Atmosphäre sey, wufste man schon seit längerer Zeit. Zur Bestimmung ihres Mengenverhältnisses fehlte es an einer sichern Methode, bis vor einigen Jahren Thénard es versuchte, dieselbe aus einem gemessenen Volumen atmosphärischer Luft durch Barytwasser aufnehmen zu lassen, und aus der Menge des erhaltenen kohlensauren

Baryts dem Volumen oder dem Gewicht nach zu berechnen. Sein Verfahren findet man in seinem *Traité de Chimie*, 5. Ausgabe, I S. 303, ausführlich beschrieben. Bei dieser Beschreibung bemerkt er ausdrücklich, dafs es wohl möglich wäre, dafs das angewandte Verfahren unrichtig sey, indem zur vollständigen Aufnahme der Kohlensäure ein länger anhaltendes Schütteln der Luft mit dem Barytwasser, als bei seinem Versuche stattfand, erforderlich seyn möchte.

Es scheint nicht, dafs diese Untersuchungen von andern Naturforschern wiederholt worden seyen, bis vor Kurzem Theodor v. Saussure eine Reihe ähnlicher Analysen beschrieb. Dieser Physiker bediente sich des von Thénard gebrauchten Verfahrens, vervollkommnete aber dasselbe durch genaue Berücksichtigung aller dazu erforderlichen Vorsichtsmafsregeln, und erhielt dadurch eine bedeutende Reihe genauer und in jeder Rücksicht sehr schätzbarer Resultate. Er fand die Mengen des kohlensauren Gases in 10000 Volumtheilen atmosphärischer Luft zwischen 3,7 und 6,2 veränderlich, und machte verschiedene Beobachtungen über den Einflufs der Jahreszeit, der Tageszeit, der Localverhältnisse u. s. w. In seiner Abhandlung (*Mémoire sur les variations de l'acide carbonique* *). *Genève* 1830.) findet sich die äufserst genaue Beschreibung seines Verfahrens, so wie auch die Ergebnisse seiner Versuche. Man erstaunt nicht wenig, wenn man hier 225 Beobachtungen angeführt findet, von denen, nach seiner Beschreibung, jede 9 Tage Zeit erforderte.

Als ich mich vor einiger Zeit mit der Bd. XX S. 274 dieser Annalen beschriebenen Methode, den Wasserdampf der Atmosphäre zu bestimmen, beschäftigte, lag die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes zu nahe, als dafs ich nicht auf den Gedanken gekommen wäre, den für die Wasserbestimmung gebrauchten Apparat auch hiezu in Anwendung zu bringen; oder eigentlich, genau chronolo-

*) Vergl. diese Annalen, Bd. XIX S. 391. *P.*

gisch gesprochen, wurde ich gerade durch einige in dieser letzteren Absicht angestellten Versuche auf diejenigen über die Wasserbestimmung geleitet.

Der Umstand, dafs der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre unter den gewöhnlichen Umständen so äufserst gering, dafs also dieses Gas in einer sehr grofsen Menge von Luft zertheilt ist, bietet der gänzlichen Entfernung desselben in einem nicht allzugrofsen, auf den Versuch zu verwendenden Zeitraum nicht geringe Schwierigkeiten dar. Ich bediente mich zuerst des Barytwassers, durch welches ich mittelst des beschriebenen und S. 276 *A* abgebildeten Wassergefäfses ein gemessenes Volumen atmosphärischer Luft streichen liefs. Das Barytwasser befand sich hiebei in einer kleinen Wulfeschen Flasche an der Stelle der Röhre *de*. Allein ich war sehr bald gezwungen diese Einrichtung aufzugeben, indem selbst bei ziemlich langsamen Durchströmen der Luft nur ein Theil der Kohlensäure von dem Barytwasser zurückgehalten, und eine zweite Flasche mit Barytwasser zwischen jene und das Gefäfs *A* gebracht, noch stark getrübt wurde. Eben so verhielt sich eine Auflösung von salzsaurem Baryt mit ätzendem Ammoniak. Schwamm in kleine Stücke zerrissen und mit Baryt- und Kalkwasser benetzt, selbst angefeuchtetes, in kleine Stücken zerschlagenes Aetzkali, Asbest mit Kalilösung befeuchtet und wie die Schwefelsäure bei der Bestimmung des Wassers in Röhren eingeschlossen, gaben keine genügenden Resultate. Endlich gelang der Versuch auf folgende Art.

In Fig. 13 auf Taf. V ist *A* das mit Wasser gefüllte, zur Einführung und Messung der Luft bestimmte Gefäfs (s. Bd. XX S. 276). An dieses wird mittelst eines Kautschuckröhrchens die 3 bis 3½ Fufs lange und 3 bis 3½ Linie weite Röhre *ab* befestigt. Zur bequemeren Behandlung ist diese, so wie die Figur zeigt, gekrümmt. Der dem Wassergefäfs zugekehrte 1 Fufs lange Theil derselben ist mit Asbest und Schwefelsäure verse-

hen, genau so wie ich es für die Bestimmung des Wassers beschrieben habe. Der übrige Theil der Röhre, nämlich *cb*, enthält Kalkhydrat, welches durch etwas Baumwolle, die sich in der Krümmung *f* befindet, von dem mit Schwefelsäure benetzten Asbest entfernt gehalten wird. *de* endlich ist wieder eine mit Asbest und Schwefelsäure zugerichtete Röhre.

Der Versuch selbst ist nun an sich klar. Nachdem die durch Messung des aus *A* abgeflossenen Wassers dem Volumen nach bestimmte atmosphärische Luft in der Röhre *ed* ihr Wasser abgesetzt hat, läfst sie bei dem Durchgange durch den Kalk auch die Kohlensäure an diesem zurück. Da sie aber hier in vollkommenen trocknem Zustande ankommt, und also theils das vom Kalkhydrat, bei dessen Uebergang in kohlensaurem Kalk abgegebenes, theils das mechanisch anhaftende Wasser aufnimmt, so mufs ihr solches durch den Theil der Röhre *ca* wieder vollständig entzogen werden. Geschieht dieses, so ist klar, dafs die Gewichtszunahme der Röhre *ab* das Gewicht der von der durchgeströmten Luft mitgebrachten Kohlensäure anzeigt, so wie durch diejenige von *ed* die Menge des Wassers bestimmt wird.

Folgende Umstände sind noch bei dem Versuche zu berücksichtigen:

1) Der Kalk mufs gut gebrannt seyn. Nachdem er mit einigen Tropfen Wasser befeuchtet und vollkommen zerfallen ist, wird er noch mit etwas mehr Wasser benetzt, so dafs er beim Umrühren kleine Klümpchen bildet. Man mufs suchen diesen Grad der Befeuchtung zu treffen. Ist nämlich der Kalk zu trocken, so absorbirt er nicht kräftig genug; ist er zu nafs, so ist es schwer ihn durch die Krümmung der Röhre einzufüllen.

2) Das Volumen der zu untersuchenden Luft darf nicht zu klein genommen werden. Durch Ausfliefsen von 12972,5 Grammen Wasser aus dem Gefäfs *A* erhielt ich unter gewöhnlichen Umständen 8 bis 10 Milligrm. Kohlen-

lensäure. Es ist daher anzurathen, sich wenigstens eines doppelten Volumens zu bedienen, wodurch die Beobachtungsfehler verhältnifsmäfsig verkleinert werden. Eine solche doppelte Menge kann ohne Nachtheil in 50 Minuten durchströmen.

3) Bei der Berechnung wird die neueste Angabe des spec. Gewichtes der Kohlensäure von Berzelius und Dulong zu Grunde gelegt, und für 1,97978 Grm. Kohlensäure 1000 C. C. bei 0° und 0,76 Meter Barometerstand in Rechnung gebracht. Dieses Volumen wird auf dasjenige, welches das Gas bei der, während des Versuches herrschenden und in dem umfliefsenden Wasser beobachteten Temperatur hatte, so wie auf den vorhandenen Barometerstand reducirt. Das so corrigirte Gas-Volumen zu dem Volumen des abgeflossenen Wassers addirt, giebt dasjenige der untersuchten Luft; aus diesen Mengen wird nun das relative Volumen des kohlensauren Gases leicht gefunden. Die Bestimmung der Tension des im Gefäfs *A* befindlichen Wassers und die Correction des Gasvolumens nach dieser, scheint mir des geringen Einflusses wegen überflüssig.

Um zu erfahren, ob der beschriebene Apparat in allen gewöhnlich vorkommenden Fällen ein zuverlässiges Resultat geben könne, liefs ich atmosphärische Luft, in einiger Entfernung über einem Kohlenfeuer aufgefafst (indem man nämlich die Oeffnung *e* über ein solches brachte), hindurchströmen. Obgleich diese Luft 1 Procent ihres Volumens kohlensaures Gas enthielt, so wurde doch Barytwasser in einer Wulfeschen Flasche, zwischen die Kalkröhre und das Gefäfs *A* gebracht, nicht getrübt. Als bei einem zweiten Versuche die Luft 2 Procent Kohlensäure enthielt, trat freilich eine starke Trübung ein; allein diese Menge übersteigt das Maximum, welches Saussure gefunden hat, um mehr als 30 Mal. Bei diesen Versuchen liefs ich die Luft mit der eben angezeigten Geschwindigkeit durchströmen. Durch Verzögerung der Operation,

oder durch Verlängerung der Kalkröhre möchte vielleicht noch ein gröſserer Kohlensäuregehalt zu bestimmen seyn. Eben so habe ich mich, durch Anbringen einer eigenen Röhre mit Schwefelsäure zwischen die Kalkröhre und das Gefäſs *A*, überzeugt, daſs kein Wasser durch das Gas weggeführt wird. Diese zweite Röhre zeigte niemals eine Gewichtsveränderung. — Uebrigens gab eine Reihe von Versuchen mit diesem Apparate lauter Resultate, die zwischen dem Maximum und Minimum der von Saussure erhaltenen lagen.

Es wäre vielleicht nicht unmöglich auf einem, dem nunmehr bezeichneten ähnlichen Wege eine genauere Bestimmungsmethode des Sauerstoffgehalts der Luft zu finden. Es ist hinreichend bekannt, daſs unsere eudiometrischen Mittel höchstens eine Genauigkeit auf 1 Procent zulassen. Es dürfte sich alsdann doch finden, daſs der Sauerstoffgehalt etwas veränderlich sey. Auch wäre darauf zu denken, auf ähnliche Art die atmosphärische Luft verschiedenen Reagenzien zu unterwerfen, und somit über die Natur der ihr beigemengten flüchtigen Stoffe, deren geringe Menge bis jetzt allen Beobachtungen entging, einigen Aufschluſs zu erhalten. Man müſste zu diesem Ende atmosphärische Luft während längerer Zeit durch verschiedene Substanzen strömen lassen, welche entweder nach Art der Schwefelsäure und des Kalks in Röhren eingeschlossen, oder in aufgelöstem Zustande in Wulfeschen Flaschen dem Luftstrome ausgesetzt würden. Der Apparat könnte in groſsem Maaſsstabe aufgestellt werden. An die Stelle des Gefäſses *A* könnte z. B. ein Faſs von beliebiger Gröſse gebracht, und der Versuch ganze Tage lang fortgesetzt werden. Dergleichen Versuche wären vorzüglich, mit der Luft über der Meeresfläche angestellt, interessant, und könnten dazu dienen, die bereits hierüber vorhandenen Erfahrungen weiter zu verfolgen.

Ich habe einen ähnlichen, obgleich vergeblichen Versuch mit der mit Nebel stark beladenen Luft, deren ei-

[redacted]

genthümlicher Geruch hinlänglich bekannt ist, angestellt. Solche Luft durch eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd geleitet, gab darin keine Veränderung. Als ich eine Auflösung von Chlorsilber in ätzendem Ammoniak anwandte, fiel Chlorsilber nieder, ohne Zweifel durch die Kohlensäure niedergeschlagen. Ich führe diese sehr unvollkommenen Versuche nur in der Absicht an, um den Weg zu bezeichnen, der, wie mir scheint, bei diesen Untersuchungen einzuschlagen wäre.

VII. *Ueber die künstliche Erzeugung von krystallisirtem kohlensauren Kalk und über zwei Verbindungen dieses Salzes mit Wasser.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLVIII p.* 301) *).

Daniell hat beobachtet, dafs eine wäfsrige Lösung von Kalk und Zucker, nachdem sie einige Monate ruhig gestanden, kohlensauren Kalk in sehr scharfen Rhomboëdern absetzt, und zugleich eine schleimige Substanz enthält, die fällbar ist durch Alkohol, Bleiessig und Zinnchlorür. Er hat daraus geschlossen, dafs der Zucker durch die langsame Einwirkung des Kalks in Schleim verwandelt werde.

Späterhin hat Hr. Becquerel dieselben Krystalle mittelst elektrischer Ströme erhalten. Er brachte nämlich in eine U-förmige Röhre eine Lösung von 16 Zucker und 1 Kalk in 100 Wasser, trennte den Inhalt beider Schenkel durch einen kleinen, bis zur Biegung hineingeschobenen Pfropf von Baumwolle, steckte dann in jeden Schenkel einen Platinstreif, der mit einer schwach geladenen Volta'schen Säule in Verbindung stand, und ver-

*) Der Verfasser dieses Aufsatzes hat sich nicht genannt; vermuthlich ist er Hr. Pelouze, von dem schon S. 242 dies. Bandes eine ähnliche Erfahrung mitgetheilt wurde. P.

kittete endlich die Mündungen der Röhre. Nach 6 bis 8 Tagen sah er dann im positiven Schenkel der Röhre kleine Krystalle von kohlensaurem Kalk abgesetzt.

Hr. B. hat ferner gefunden, dafs die so erhaltenen Krystalle identisch sind mit den durch Einwirkung der Luft aus einer Zucker-Kalk-Lösung entstehenden, dafs sie in Wasser allmälig zersetzt werden, an der Luft verwittern, wasserhaltig sind und die Krystallform des Arragonits besitzen *). Da die Versuche von Hrn. B. bei Ausschlufs der Luft angestellt wurden, so kann man die Bildung des kohlensauren Kalks nur durch die Annahme erklären, dafs Zucker zersetzt worden sey.

Begierig zu wissen, ob der Vorgang derselbe sey, wenn man eine Zucker-Kalk-Lösung an der Luft stehen lasse, habe ich die folgenden Versuche angestellt, und dadurch gefunden: 1) dafs nur die Luft dem Kalk die Kohlensäure liefert; 2) dafs der Zucker sich nach der Bildung des kohlensauren Kalks unzersetzt wieder findet, und sich erst, nachdem kein Kalk in der Lösung mehr enthalten ist, zu zersetzen anfängt; 3) dafs es zwei Verbindungen des kohlensauren Kalks mit Wasser giebt, mit fünf und mit drei Atomen.

Eine Lösung von 1 Kalk und 3 Zucker in 6 Wasser, am 18. Nov. gemacht, wurde in einem offenen Gefäfse stehen gelassen. Nach 48 Stunden zeigten sich sehr kleine Krystalle von kohlensaurem Kalk, die innerhalb 14 Tagen an Zahl und Gröfse sehr zunahmen. Am 7. Januar enthielt die Flüssigkeit keinen Kalk mehr, sondern nur eine Spur von kohlensaurem Kalk, gelöst vermuthlich durch etwas freie Kohlensäure; denn, nachdem die Flüssigkeit aufgekocht worden, wurde sie kaum noch durch kleesaures Ammoniak getrübt.

Diese Lösung war ohne Wirkung auf Lackmus, enthielt weder freien Kalk noch freie Essigsäure, gab mit Alkohol und Bleiessig keinen Niederschlag, und bei Er-

*) *Annal. de chim. et de phys. T. XLVII. p.* 5 (Diese Untersuchung wird in einem der nächsten Hefte mitgetheilt werden. *P.*)

hitzung mit verdünnter Schwefelsäure keinen Essiggeruch, unterschied sich, mit einem Wort, in Geschmack und übrigen Eigenschaften durch Nichts von einer gewöhnlichen Lösung des Zuckers in eben so viel Wasser.

Ein anderer Theil derselben Zucker-Kalk-Lösung, der seit dem 18. Nov., theils mit Oel übergossen, theils in einer verschlossenen, durch eine gebogene Röhre unter Quecksilber mündenden Flasche aufbewahrt worden, hatte nicht die geringste Veränderung erlitten; er war vollkommen klar geblieben.

Eine andere Portion derselben Lösung, die zwei Monat lang in einer verschlossenen Flasche aufbewahrt und darauf in ein weites offenes Gefäfs gegossen worden war, hatte nach 48 Stunden Krystalle von wasserhaltigem kohlensauren Kalk abgesetzt.

Ein Zuckerwasser, aus dem sich auf diese Weise kohlensaurer Kalk abgelagert hatte, diente mir mehrmals zu neuen Krystallisationen dieses Salzes, indem ich es wiederholt mit neuen Mengen von Kalk kochte; und in der That kann sie zu diesem Zweck unendlich oft angewandt werden, da sie durchaus keine Art von Zersetzung erleidet.

Der Vorgang bei diesem Processe kann nicht besser verglichen werden, als mit dem, welchen man bei der Bleiweifsbereitung in Clichy beobachtet hat. Dafs die Fällung des Kalks durch die Kohlensäure der Luft nur erst nach gänzlicher Ausscheidung desselben aufhört, rührt davon her, dafs hier nicht, wie bei der Bleiweifsfabrication nach der französischen Methode, eine Säure der andern entgegenwirkt; denn, wenn es auch erlaubt ist, die Verbindung des Zuckers mit dem Kalk einem Salze zu vergleichen, so tritt doch der erstere, sobald er vom letzteren getrennt worden ist, unzweifelhaft wieder in die Klasse der neutralen Substanzen.

Um noch bestimmter darzuthun, dafs die Kohlensäure alleinig aus der Luft und nicht aus dem Zucker herstamme, brachte ich in eine graduirte Glocke 3 Vol.

atmosphärische Luft und 1 Vol. Kohlensäure, und sodann eine überschüssige Menge von Zucker-Kalk-Lösung. Als nach einigen Tagen das Quecksilber nicht mehr stieg, und, wie aus dem absorbirten Gasvolum ersichtlich, keine freie Kohlensäure mehr vorhanden war, wurden die Krystalle von kohlensaurem Kalk sorgfältig gesammelt, gewaschen und getrocknet. Ihr Gewicht entsprach genau der Kohlensäure, die in die Glocke gebracht und von der Flüssigkeit absorbirt worden war. Mithin beschränkt sich in dem besprochenen Versuch die Wirksamkeit des Zuckers alleinig darauf, dafs er den Kalk in grofser Menge löst, und denselben, gewissermafsen Theilchen für Theilchen, der Kohlensäure darbietet. Da der kohlensaure Kalk sich hiebei langsam aus einem wäfsrigen Lösemittel bildet, so setzt er sich mit Krystallisationswasser ab.

Was auch an dieser Erklärung über den Wassergehalt dieses Salzes seyn mag, so enthält es doch, auf obige Art dargestellt, immer 5 Atome Wasser. Man kann Wasser, Zucker und Kalk in vielerlei Verhältnissen anwenden, und erhält doch schöne Krystallisationen. Es schien mir indefs, als erzeugten sie sich um so besser, je niedriger die Temperatur war. Bei +30° C. erhielt ich den kohlensauren Kalk nicht mehr wasserhaltig, wie auch aus den mir bekannten Eigenschaften dieses Salzes vorauszusehen war.

Der so erhaltene kohlensaure Kalk ist weifs, in sehr scharfen Rhomboëdern krystallisirt, ohne Geschmack, unlöslich in Wasser, von 1,783 spec. Gewicht bei +10° C., während der gewöhnliche kohlensaure Kalk 2,3 bis 2,8 wiegt. Unter 20° C. hält er sich an der Luft und im Wasser, ohne eine Veränderung zu erleiden; und er kann daher bei seiner Bereitung, zur Absonderung von der zuckerhaltigen Lösung, ohne Gefahr mit Wasser gewaschen werden. Bei 28° und 30° verliert er aber an der Luft sein Krystallisationswasser und wird teigig. Bis 100° C. erhitzt, verliert er 47,08 Procent Wasser, was

5 Atomen entspricht. Uebrigens besteht er, wie der natürliche kohlensaure Kalk, aus 1 At. Säure und 1 At. Base, denn er verliert erst seine Kohlensäure in dunkler Rothglühhitze, und, wenn er trocken ist, erfordert er zu seiner Lösung eben so viel Chlorwasserstoffsäure wie der weifse Marmor, so wie eben so viel kleesaures Ammoniak, wie dieser zu seiner Fällung aus dieser Lösung.

Diefs Salz erleidet vom Wasser eine sehr merkwürdige Einwirkung, wird nämlich von ihm bei etwa 30° C. vollkommen entwässert. Diese Wirkung ist sehr sichtlich, wenn man die Krystalle mit warmen Wasser schüttelt; sie zerfallen dabei sogleich zu einem sehr feinen, ganz der Kreide ähnlichen Pulver.

Noch sonderbarer vielleicht ist die Wirkung des Alkohols. Kocht man Krystalle mit starkem Alkohol, so werden sie matt, ohne indefs ihre Gestalt zu ändern, und wenn man sie dann auf ein Filtrum bringt und bei einer Temperatur von +5° bis 10° C. trocknet, so findet man, dafs sie nur noch 34,8 Procent, d. h. 3 Atomen Wasser enthalten.

Mit Wasser verdünnter Alkohol kann diesen kohlensauren Kalk vollständig entwässern, doch geschieht es langsamer als bei reinem Wasser.

Es ist merkwürdig, dafs ein im Allgemeinen so wassergieriger Körper wie der Alkohol demselben Salze bei einer Temperatur von 78° C. das Wasser nur zum Theil entziehen kann, welches dasselbe an der Luft, und selbst in Wasser, schon bei 30° C. gänzlich verliert. Diefs Resultat machte mich anfänglich glauben, dafs der kohlensaure Kalk mit 3 Atomen Wasser, nach obiger Art erhalten, eine festere Verbindung sey, als der mit 5 At. Wasser; allein dem ist nicht so. Er verwittert schnell, und läfst sich nur in einer sehr niederen Temperatur und bei Ausschlufs der Luft aufbewahren.

Aether zeigt nichts Aehnliches bei seiner Berührung mit dem wasserhaltigen kohlensauren Kalk. Bei etwa 30° C.

verliert er darin sein Krystallwasser wie an der Luft und im Wasser.

Lösungen von Kalk mit Gummi, Stärkmehl und Milchzucker, der Luft ausgesetzt, gaben nach einigen Tagen Krystalle, welche dieselbe Gestalt und dieselbe Zusammensetzung, wie die mit Zuckerlösung erhaltenen, besafsen; mit Zuckerlösung erhält man dieselben aber leichter.

Baryt oder Strontian, statt des Kalks genommen, zeigen nichts Aehnliches; sie fallen zwar kohlensauer, aber wasserfrei nieder. In der Hoffnung, kohlensaure Doppelsalze zu erhalten, löste ich Gemenge von Kalk mit Baryt oder Strontian in Zuckerwasser, erhielt aber nicht das Erwartete.

Aus obigen Thatsachen folgt, dafs der Kalk keine zersetzende Wirkung auf den Zucker ausübt *), und dafs, wenn rohe Zuckern, die durch die Zeit verändert worden sind, zuweilen kohlensauren Kalk enthalten, die Kohlensäure derselben alleinig aus der Luft herstammt.

VIII. *Ueber verschiedene Kohlenwasserstoffverbindungen;* *von Hrn. J. Dumas.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. LXVIII p.* 430.)

Vor einigen Jahren habe ich, gemeinschaftlich mit Hrn Boullay, eine Arbeit über die Aetherarten bekannt gemacht, deren Hauptzweck darin bestand, zu zeigen, dafs man den Doppelt-Kohlenwasserstoff als eine mit Säuren und dem Wasser vereinbarliche Basis betrachten könne **). Da man, nicht gegen die Thatsachen, wohl aber gegen die Theorie, welche zu deren Anordnung diente, Einwürfe erhoben hat, so werde ich gegenwärtig diese Ge-

*) Wenigstens in gewöhnlicher Temperatur. *P.*

**) Diese Annalen, Bd. XII S. 93 und 430.

setze durch ein neues Beispiel zu bestätigen und weiter auszudehnen suchen.

Im künstlichen Kampher ist, wie Hr. Oppermann gezeigt hat *), ein neuer Kohlenwasserstoff vorhanden. Ein Volum dieses Körpers, den ich mit dem Namen *Camphogen* bezeichne, enthält 10 Volume Kohle und 8 Volume Wasserstoff.

Ein Volum Camphogen und ein halbes Volum Wasserdampf bilden das *Terpenthinöl*, welche Verbindung demnach dem gewöhnlichen Schwefeläther vergleichbar ist.

Ein Volum Camphogen und ein Volum Chlorwasserstoff bilden den *künstlichen Kampher*, welche Verbindung dadurch dem Chlorwasserstoff-Aether gleicht.

Das Camphogen kann sich in mehreren Verhältnissen mit dem Sauerstoff verbinden. Ein Volum Camphogen und ein halbes Volum Sauerstoff bilden den *gewöhnlichen Kampher*, welcher demnach durch die Verbindungsart seiner Elemente dem Stickstoffoxydul gleicht.

Der gewöhnliche Kampher ist eine Base. Ein Volum gewöhnlichen Kamphers und ein Volum Chlorwasserstoffsäure bilden neutralen chlorwasserstoffsauren Kampher.

Vier Volume gewöhnlichen Kamphers und eine Proportion Salpetersäure bilden das *Kampheröl* der alten Chemiker, den wasserfreien doppelbasischen salpetersauren Kampher.

Schwefelsäure bildet bei Einwirkung auf den Kampher verwickeltere Producte.

Chlor wirkt auf den Kampher sehr stark ein, doch habe ich die Natur der dabei entstehenden Producte noch nicht erkennen können.

Zwei Volume Camphogen und fünf Volume Sauerstoff bilden die *Kamphersäure*.

Diese Bestimmungen würden ihre Form etwas ändern, wenn die Analysen der HH. Liebig und Opper-

*) Diese Annalen, Bd. XXII S. 193.

mann *) den meinigen vorgezogen werden müssen. Bei Untersuchungen von so delicater Natur ist es schwierig darüber zu entscheiden. Der Körper, den ich *Camphogen* nenne, würde, nach ihren Analysen, aus 12 Volumen Kohlenstoff und 9 Volumen Wasserstoff bestehen. In diesem Fall wäre das Cholesterin ein Hydrat dieses Körpers; so wie die Capronsäure und die Caprinsäure analoge Verbindungen, wie das Stickstoffoxyd und die salpetrige Säure seyn würden. Irre ich mich aber nicht, so gehören diese Körper im Gegentheil zu einer neuen Reihe, die analog der des Camphogens ist.

Diese Bestimmungen reichen hin zu zeigen, dafs die Zeit nicht fern sey, wo man die Mehrzahl der Pflanzenstoffe nach den in der Mineralogie üblichen Grundsätzen wird methodisch klassificiren können.

IX. *Untersuchung der holländischen Flüssigkeit; von J. Dumas.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLVIII p.* 185.)

Die Natur der holländischen Flüssigkeit schien durch so entscheidende Versuche festgesetzt zu seyn, dafs es keinem Chemiker eingefallen wäre, sie abermals zu analysiren, wenn nicht Hr. Morin, ein junger Chemiker in Genf, neuerlich in einer Abhandlung sehr ungewöhnliche Ideen über diesen Gegenstand ausgesprochen hätte.

Ohne weiter als bis zu der Arbeit der HH. Robiquet und Colin zurückzugehen, will ich die verschiedenen Thatsachen, auf welche die Chemiker ihre Meinung über dieses Product gegründet haben, in Erinnerung bringen.

Die Untersuchungen der HH. Robiquet und Co-

*) Diese Annalen, Bd. XX S. 41.

lin haben aufser Zweifel gesetzt: 1) dafs Chlor und Doppelt-Kohlenwasserstoff gleichmäfsig auf einander wirken, sie mögen trocken oder feucht seyn; 2) dafs die holländische Flüssigkeit das Product dieser Einwirkung ist, und 3) dafs dieselbe keinen Sauerstoff, sondern nur Chlor, Kohlenstoff und Wasserstoff enthält. Es gelang ihnen indefs nicht das Verhältnifs dieser drei Bestandtheile festzusetzen.

Kurze Zeit hernach bestimmte Hr. Gay-Lussac die Dichtigkeit des Dampfs der holländischen Flüssigkeit. Da die Zahl, welche er auffand, genau die Summe der Dichtigkeiten des Chlors und des Kohlenwasserstoffs war, so schien es allen Chemikern ausgemacht, dafs diese Flüssigkeit aus gleichen Volumen Chlor und Doppelt-Kohlenwasserstoff bestehen müsse.

Diese Schlüsse wurden durch eine directe Analyse von Hrn. Despretz bestätigt. Die Details derselben sind niemals veröffentlicht, aber Hr. D. sagt, dafs er sich, mit Anwendung des Kupferoxyds, versichert habe, die Zusammensetzung der holländischen Flüssigkeit sey so, wie man sie nach der Dichte des Dampfs angenommen habe.

Seit dieser Zeit haben mehrere Chemiker das Verhalten dieser Flüssigkeit studirt, und sich ihrer Zusammensetzung zur Aufstellung von Rechnungen bedient, welche sie mit der Erfahrung übereinstimmend fanden. So stand Hr. Faraday, als er die Chlorkohlenstoffe entdeckte, nicht an, die Zusammensetzung des festen Chlorkohlenstoffs nach der der holländischen Flüssigkeit, aus welcher er entstanden war, zu berechnen; da die Analyse dieses Chlorkohlenstoffs mit dem synthetischen Calcül übereinstimmte, so bestätigte sie, und zwar auf die sicherste Weise, die Analyse der holländischen Flüssigkeit. Hr. Pfaff hat neuerlich durch die sehr sonderbare Thatsache, der Umwandlung der holländischen Flüssigkeit, unter Einflufs von Wasser und Sonnenlicht, in Essig-

äther, die Genauigkeit dieser Analyse und der des Essigäthers, wie Hr. Boullay und ich sie gegeben, auf doppelte Weise bestätigt.

Man sieht aus dieser Uebersicht, dafs, wenn die Zusammensetzung der holländischen Flüssigkeit anders ist, als sie bisher angenommen wurde, man annehmen mufs, dafs unrichtig seyen: 1) Gay-Lussac's Bestimmung der Dichte ihres Dampfs, 2) Despretz's Analyse derselben, 3) Faraday's Analyse des Chlorkohlenstoffs, und 4) Boullay's und meine Analyse des Essigäthers.

Man sieht, durch welche Umwege ich Interesse für eine Aufgabe gefafst, die beim ersten Anblick nichts mit meinen früheren Untersuchungen gemein zu haben scheint. Die Resultate unserer Analysen der Aether sind merkwürdig genug, als dafs ich die Untersuchung eines Körpers vernachlässigen sollte, dessen Zusammensetzung auf eine eben so einfache als elegante Art zu deren Bestätigung dienen kann.

Lange Zeit nach Anstellung der vorhin aufgezählten Untersuchungen hat Hr. Morin *) in einer sehr ausführlichen Abhandlung zu zeigen gesucht, dafs die Zusammensetzung der holländischen Flüssigkeit durch eine ganz andere als die bisher angenommene Formel ausgedrückt werden müsse. Nach ihm ist nämlich diese Flüssigkeit eine Verbindung von Chlorkohlenstoff und Doppeltkohlenwasserstoff, d. h. $CCl^2 + H^6C^3$, was in Gewicht beträgt:

C^4	= 301,2 **)	= 38,4	Kohle
H^6	= 37,5	= 4,8	Wasserstoff
Cl^2	= 442,0	= 56,8	Chlor
	780,7	100,0.	

*) Vergl. diese Ann. Bd. XIX S. 61.

**) Nämlich C = 76,437 gesetzt; Hr. Dumas nimmt C = 38,218. *P.*

Bei der Annahme dieser Zusammensetzung stützt er sich auf die Analyse, welche er nach der alten Methode, der Zersetzung, durch Erhitzung mit dieser Flüssigkeit angestellt hat. In geschickten Händen kann dieses Verfahren, ungeachtet seiner schwierigen Handhabung, gute Resultate geben; allein gegenwärtig, da die Wissenschaft sicherere Methoden besitzt, hat man dasselbe allgemein verlassen. Hr. Morin stützt sich überdiefs auf eine Beobachtung, die ihm eigenthümlich ist. Nach ihm entsteht Chlorwasserstoffsäure bei der Einwirkung des Chlors auf den Doppelt-Kohlenwasserstoff, und sie enthält eben so viel Chlor als die holländische Flüssigkeit. Diefs letztere Resultat steht in offenbarem Widerspruch mit einer Beobachtung von Hrn. Faraday, die derselbe unter günstigeren Umständen angestellt hat. Dieser berühmte Chemiker hat einen Jodkohlenwasserstoff entdeckt, der in seiner Zusammensetzung der holländischen Flüssigkeit entspricht. Er erzeugt sich, wenn man im Sonnenschein Jod mit Doppelt-Kohlenwasserstoff in Berührung setzt, und zwar durch blofse Vereinigung des Jods mit dem Doppelt-Kohlenwasserstoff, ohne dafs Jodwasserstoffsäure dabei zum Vorschein kommt.

Die von Hrn. Morin gemachte Voraussetzung spricht daher gegen alle Thatsachen und alle Analogien; doch wäre diefs noch kein hinlänglicher Grund sie zu verwerfen, und deshalb habe ich zu directen Versuchen gegriffen.

Zur Bereitung der holländischen Flüssigkeit habe ich, wie gewöhnlich, Chlor und Doppelt-Kohlenwasserstoff in einen grofsen Ballon geleitet, mit der Vorsicht, das letztere Gas in Ueberschufs zu halten. Die entstandene Flüssigkeit wurde, nachdem sie durch einige Waschungen von Säure befreit worden, im Wasserbade über Chlorcalcium rectificirt, und dann so lange gekocht, bis ihr Siedpunkt fest geworden war. In diesem Zustande wurde sie der Analyse unterworfen.

keit in eine Röhre über Quecksilber, liefs Kalium-Kügelchen eintreten, und erhitzte die Röhre sanft, bis alle verschwunden waren.

Es ist hieraus klar, dafs das Kalium aus der holländischen Flüssigkeit, unter Bildung von Chlorkalium, ein eben so grofses Volum Doppelt-Kohlenwasserstoff entbindet, als Wasserstoffgas aus dem Wasser. Daraus folgt, dafs das Kalium, wenn es auf Wasser wirkt, ein Volum Sauerstoff aufnimmt und zwei Volume Wasserstoff entbindet, wenn es auf die holländische Flüssigkeit einwirkt, zwei Volume Chlor aufnimmt und zwei Volume Doppelt-Kohlenwasserstoff in Freiheit setzt. Die holländische Flüssigkeit besteht demnach aus gleichen Volumen von Chlor und Doppelt-Kohlenwasserstoff.

Das Kalium bewirkt also eine vollständige Zerlegung der Flüssigkeit, will man aber dasselbe nur als ein Mittel zur Bestimmung des Wasserstoffs betrachten, so kann es auch zum Beweise dienen, dafs der Wasserstoff und der Kohlenstoff hier in gleichen Volumen zugegen sind. Diefs Resultat, im Verein mit den vorhergehenden giebt demnach:

	Beobachtet.	Berechnet.
Kohlenstoff	24,6	24,6
Wasserstoff	4,1	4,1
Chlor	73,0	71,3
	101,7	100,0.

Die Berechnung, die in der Annahme angestellt ist, dafs die holländische Flüssigkeit aus gleichen Volumen Chlor und Doppelt-Kohlenwasserstoff besteht, zeigt durch ihre Uebereinstimmung mit der Erfahrung, dafs diese Substanz aus blofser einfacher Verbindung der beiden Gase zu gleichen Volumen hervorgeht.

Es bleibt nun noch die Erzeugung der Chlorwasserstoffsäure zu erklären, die immer die Bildung der holländischen Flüssigkeit begleitet. Ich habe in dieser Beziehung

ziehung einige Versuche angestellt, und immer gesehen, dafs sich eine sehr beträchtliche Menge Chlorwasserstoffsäure bildet, in welch einem Verhältnisse man auch die beiden Gase gemengt haben mag. Die Bemerkung des Hrn. Morin ist also richtig; allein während er diese Erscheinung als wesentlich betrachtet, lassen mich die bereits erwähnten und noch zu erwähnenden Beobachtungen glauben, dafs sie nur zufällig sey.

Ich bereitete Chlor und Doppelt-Kohlenwasserstoff, beide sehr rein. Ich maafs das Chlor über Wasser in einer langen graduirten Röhre, maafs andererseits Doppelt-Kohlenwasserstoffgas und liefs es zu dem Chlor in die Röhre steigen. Das Wasser wurde beständig sehr sauer, wiewohl der Doppelt-Kohlenwasserstoff lange Zeit über Kali gestanden hatte, und wiewohl ich einige Mal die Vorsicht gebraucht hatte, das Wasser vor dem Versuche schwach alkalisch zu machen. Als ich die Röhre, welche das Gemenge enthielt, sorgfältig untersuchte, sah ich in der That, dafs das Wasser, so wie es die an den Wänden der Röhre abgesetzten Tropfen der Flüssigkeit berührte, etwas auflöste und dadurch so dicht wurde, dafs es in Streifen niedersank, die noch in der Tiefe von fast einem Zoll sichtbar waren.

Wenn das Gemenge einen Ueberschufs von Chlor enthält, so ist die erzeugte Flüssigkeit stark gelb gefärbt; allein unter Wasser entfärbt sie sich rasch. In der That absorbirt ein Volum Doppelt-Kohlenwasserstoff weit mehr als ein Volum Chlor, und diefs beweist, dafs sich Chlorkohlenstoff, folglich auch Chlorwasserstoffsäure bildet. Analoge Erscheinungen zeigen sich, wenn der Doppelt-Kohlenwasserstoff in Ueberschufs gegen das Chlor da ist, und man sich begnügt, die beiden Gase auf einmal mit einander zu mengen; nur ist die dann erhaltene Flüssigkeit ganz farblos. Hier einige Resultate dieser Art:

Chlor	Doppelt-Kohlenwasserstoff.	Rückstand	Verhältnifs d. Chlors zum Doppelt-Kohlenwasserstoff.
170 C. C.	220 C. C.	80 Kohlenstoff	100 : 88
200	240	100 -	100 : 70
235	235	65 -	100 : 73
255	255	40 -	100 : 84
300	115	155 Chlor	100 : 79.

Bei allen diesen Versuchen stieg die Temperatur der Gase sehr. Ich versuchte die Röhre während der Einwirkung unter Wasser zu halten, um zu sehen, ob alsdann die Vereinigung besser geschehe; allein das Resultat war dasselbe, d. h. es verschwanden 100 Chlor gegen etwa 80 Doppelt-Kohlenwasserstoff. Man könnte meinen, das Chlor sey vom Wasser gelöst worden, allein ich glaube diefs nicht. Da man es nicht mit dem in seiner Berührung stehenden Wasser schüttelt, so kann man sich leicht überzeugen, dafs selbst nach der doppelten Zeit, die zum Versuche erfordert wird, die Absorption unmerklich ist, oder wenigstens bei weitem nicht dem verschwundenen Chlor entspricht. Ueberdiefs beweisen die folgenden Versuche, dafs das theilweise Verschwinden des Chlors von einer anderen Ursache herrührt.

Nachdenkend darüber, dafs das Chlorkohlenstoff sich nicht durch unmittelbare Einwirkung des Chlors auf den Doppelt-Kohlenwasserstoff, sondern vielmehr durch Einwirkung des Chlors auf die holländische Flüssigkeit bilde, wurde ich zu dem Schlufs geführt, dafs die beiden Gase sich in dem richtigen Verhältnisse verbinden würden, wenn ich verhindern könnte, dafs die holländische Flüssigkeit mit überschüssigem Chlor in Berührung käme. Ich stellte daher den Versuch in einer anderen Weise an.

Ich nahm 370 C. C. Kohlenwasserstoff und liefs sie in eine Glocke treten, die 120 C. C. Chlor enthielt. Als das Gemenge sich entfärbt hatte, brachte ich es in eine Glocke mit 145 C. C. Chlor, darauf in eine dritte mit

80 C. C. Chlor, und endlich in eine vierte, in der sich 135 C. C. Chlor befanden. Ich bekam einen Rückstand von 120 C. C. Chlor, die, bis auf einige Spuren von Luft, gänzlich von Wasser absorbirt wurden.

370 C. C. Doppelt-Kohlenwasserstoff hatten sich demnach mit 360 C. C. Chlor verbunden; diefs nähert sich, so weit es nöthig ist, dem von der Analyse angegebenen Resultat.

Ich wollte auch die Wirkung der trocknen Gase auf einander untersuchen. Zu dem Ende füllte ich einen kleinen Glasballon mit trocknem Chlor, pumpte ihn darauf theilweis aus, und liefs nun gleichfalls trocknen Doppelt-Kohlenwasserstoff eintreten. Die beiden Gase schienen anfangs nicht auf einander zu wirken, allein nach einiger Zeit erwärmte sich der Ballon, wie es mit den Gasen im feuchten Zustande geschieht; es erzeugte sich holländische Flüssigkeit in Menge und rieselte an den Wänden des Ballons herab. Als der Ballon, nach dem Erkalten und beendeter Reaction, geöffnet wurde, drang die Luft hinein, ohne den geringsten Nebel zu bewirken. Es hatte sich demnach keine Chlorwasserstoffsäure gebildet.

Welch verschiedenartige und zufällige Erscheinungen demnach auch die Bildung der holländischen Flüssigkeit begleiten, so ist doch gewifs, dafs diese eine Verbindung aus gleichen Volumen Chlor und Doppelt-Kohlenwasserstoff ist. Zwei Volume dieses Gases verdichten sich bei ihrer Vereinigung zu einem Volum, wie es die Dichte des Dampfes der holländischen Flüssigkeit beweist, welche nach Hrn. Gay-Lussac's Beobachtung, 3,448 beträgt. Bei einem Versuche, der hauptsächlich in der Absicht, die Einerleiheit des von mir und jenem Physikers untersuchten Productes zu ermitteln, angestellt wurde, fand ich 3,46 für die Dichte dieses Dampfs. Die berechnete Dichte ist 3,421.

Die von mir analysirte Flüssigkeit siedet bei 86° C. unter 0^m,76 B.

Man kann die holländische Flüssigkeit unter mehrerlei Gesichtspunkten auffassen. Anfangs betrachtete man sie als ein Kohlenwasserstoff-Chlor, oder vielmehr als einen Chlor-Kohlenwasserstoff. Allein dieselben Betrachtungen, welche viele Chemiker bewogen, keine Chloride von Oxyden zu gestalten, machte es ihnen auch unwahrscheinlich, dafs sich das Chlor mit dem Doppelt-Kohlenwasserstoff verbinde, und sie suchten daher eine andere Verbindungsweise auf.

Hr. Thénard nahm vor langer Zeit an, die Hälfte des Wasserstoffs vom Doppelt-Kohlenwasserstoff möge wohl mit dem Chlor zu Chlorwasserstoffsäure verbunden seyn, wo dann das Uebrige zu einem Vierfach-Kohlenwasserstoff würde, und die Verbindung die Formel bekäme: $ClH + CH$.

Die neuere Erfahrung des Hrn. Pfaff stimmt wenig mit dieser Betrachtungsweise überein. Man würde nach ihr schwierig einsehen, wie diese Verbindung auf Wasser wirke, um, unter Abgebung ihrer Chlorwasserstoffsäure, Essigäther zu bilden.

Bemerken wir überdiefs, dafs zur Erklärung der Resultate, welche mir die Wirkung des Kaliums auf die holländische Flüssigkeit dargeboten hat, die Annahme nöthig wäre, der Wasserstoff der Chlorwasserstoffsäure verbinde sich mit dem Vierfach-Kohlenwasserstoff, um ihn wieder in Doppelt-Kohlenwasserstoff zu verwandeln; eine eben nicht wahrscheinliche Hypothese.

Man kann die holländische Flüssigkeit als eine eigenthümliche Aetherart betrachten, welche ich *Chlor-Essigäther* nennen werde. Ich will damit sagen, dafs, wenn man sich das Chlor mit einem Theil des Kohlenwasserstoffs zu einer der Essigsäure entsprechenden Säure *) verbunden denkt, der Rest sich gerade in den zur Aetheri-

*) D. h. einer Säure, worin der Sauerstoff der wasserhaltigen Essigsäure ($H^6C^4O^3 + OH^2$) durch Chlor ersetzt wäre.

sirung dieser Säure geeigneten Verhältnissen befände. Die Formel für diese Verbindung wäre alsdann:

$$Cl^8 H^8 C^4 + H^8 C^4,$$

während die des Essigäthers in die Form gebracht werden kann:

$$O^4 H^8 C^4 + H^8 C^4,$$

wenn man die wasserhaltige Essigsäure als eine Wasserstoffsäure betrachtet. Wiewohl die Erfahrung des Hrn. Pfaff mit dieser Betrachtungsweise übereinstimmt, so ist sie doch nicht entscheidend, und man müfste daher die Säure, welche ich behufs der Anwendbarkeit obiger Formel voraussetze, isolirt darstellen.

Ueberhaupt, wenn auch über die Bestandtheile der holländischen Flüssigkeit keine Ungewifsheit mehr herrscht, erfordert die Verbindungsweise derselben neue Untersuchungen.

Die Wirkung des Chlors auf den Alkohol hat mir verwickeltere Erscheinungen gezeigt. Aufser der schon bekannten öligen Flüssigkeit erhielt ich eine andere, die mir durchaus neu zu seyn schien. Ich werde nächstens die Resultate meiner Untersuchung derselben bekannt machen, kann indefs schon jetzt versichern, dafs Hr. Morin in Betreff dieser Flüssigkeit nicht glücklicher gewesen ist, wie bei der holländischen Flüssigkeit *).

*) Die Verschiedenheit der Resultate dieser Arbeit von denen der Untersuchung des Prof. Liebig, welche auf S. 275 dieses Bandes ganz denselben Gegenstand behandelt, bedarf hier wohl nicht der näheren Erörterung. Sie ist einerseits so grofs, dafs sie sich schon beim flüchtigen Vergleiche bemerklich macht, und andererseits von der Art, dafs sie nur durch Anstellung neuer Versuche gehoben werden kann.

Ich erlaube mir nur noch die, wenn gleich aufserwesentliche, Bemerkung, dafs Hr. Prof. Pfaff nicht, wie Hr. Dumas sagt, das Oel des ölbildenden Gases, sondern den schweren Salzäther in Chlorwasserstoffsäure und Essigäther zerfallen sah, und dafs jene, wenn gleich vom Prof. Liebig etwas modificirte (S. 281) Beobachtung Hrn. Prof. Mitscherlich angehört.

P.

X. *Ueber die Schnell-Essig-Fabrication;*
von Dr. C. Wagenmann in Berlin.

Ueber die Schnellfabrication des Essigs ist in der letzten Zeit so viel geschrieben worden, dafs ich mit Recht Bedenken tragen würde, dem ausdrücklichen Wunsche eines geehrten Freundes nachgebend, noch Einiges darüber bekannt zu machen, wenn nicht das Geschichtliche dieser Erfindung theils absichtlich, theils aus Unkunde entstellt, und auf der andern Seite ihre wissenschaftliche Bedeutung so wenig gewürdigt worden wäre.

Der wahre Begründer der neuen Essigbereitungsart ist ohne Zweifel Hr. Hofrath Döbereiner, indem er, soviel ich weifs, zuerst gezeigt hat, dafs der Alkohol durch unmerkliche Verbrennung (durch Aufnahme von Sauerstoff) in Essigsäure und Wasser verwandelt wird, ohne dafs sich dabei eine andere Verbindung erzeugt. Dadurch ist der bisherige Begriff der Essiggährung vernichtet, und die Essigbildung auf einen einfachen Verbrennungsprocefs zurückgeführt worden.

Hatte man sich einmal überzeugt, dafs in Döbereiner's Versuch mit dem Platinpräparat Essig aus Alkohol durch blofse Aufnahme von Sauerstoff erzeugt werde, so lag es sehr nahe, hierin allgemein den Grund der Verwandlung geistiger Flüssigkeiten in Essig zu suchen, und auf diese Ansicht gestützt entsprechendere Mittel, als bisher, anzuwenden, um diese Verwandelung zu begünstigen.

Die Schnellfabrication des Essigs ist übrigens schon lange vor Döbereiner's Entdeckung in der Boerhaveschen Methode vorhanden gewesen, nicht etwa als alleinstehendes geschichtliches Factum, nein! als die gebräuchlichste und allgemeinste Essigbereitungsart, gerade in den Ländern, welche die gröfsten Essigfabriken haben,

indem die Essigbereitung auf Trebern nicht allein in Frankreich und am Rheine sehr häufig ausgeübt wird, sondern selbst Weintrebern (*rap*) zu diesem Zwecke nach Holland und England ausgeführt werden. Das Verfahren weicht im Wesentlichen gar nicht von demjenigen ab, welches Boerhave beschreibt. Grofse Fässer, mit Trebern gefüllt, werden mit Essig und verdünntem Weingeist oder einer andern geistigen Flüssigkeit so weit gefüllt, dafs in dem einen Fasse die Trebern von der Flüssigkeit bedeckt sind, in den andern aber zum dritten oder halben Theil unbedeckt bleiben. Zu bestimmten Tageszeiten wird von dem vollen Fasse so viel abgezapft und in das andere gegossen, bis dieses ganz gefüllt ist, und auf diese Weise abwechselnd einmal dieses, das andere Mal das andere angefüllt, während die benäfsten Trebern des halbgefüllten der Berührung der Luft ausgesetzt bleiben. In Orleans bediente man sich statt der Trebern der Buchenholzspäne, wiewohl auf eine etwas abweichende Weise. Die Behandlung auf den Trebern erfordert viel Vorsicht, weil leicht zu grofse Erhitzung entsteht, welche die Trebern verbrennt und untauglich macht, was bei den Spänen weniger zu besorgen ist.

Einen wesentlichen Fortschritt machte die Schnellfabrication des Essigs durch die Erfindung des Herrn Seb. Schützenbach in *Freyburg* im *Breisgau*, »einen dem echten Weinessig gleichen sehr starken Essig innerhalb achtundvierzig Stunden fabrikmäfsig zu erzeugen,« wie er solche im Sommer 1823 durch die öffentlichen Blätter anzeigte, und gegen ein bedeutendes Honorar und die Verpflichtung zur Geheimhaltung ausbot. Eine grofse Anzahl von Essigfabriken, in Deutschland wie im Auslande, benutzte die Schützenbach'sche Erfindung, und der Erfolg bestätigte die Angabe des Erfinders.

Ohne von dem Wesen dieser bis dahin streng geheim gehaltenen Bereitungsart des Essigs irgend etwas erfahren zu haben, begann ich im Jahre 1825 durch wis-

senschaftliche Beleuchtung der bekannten Essigbereitungsarten einen sicheren Weg zu gleichem Zweck aufzusuchen, und indem ich die Quantität Essig, welche bei den besseren Verfahrungsarten, und namentlich nach Hrn. Schützenbach's Angabe, aus einer gegebenen Quantität Alkohol gewonnen wird, mit der Annahme verglich, dafs der ganze Kohlenstoff des Alkohols im Essig sich wieder finden müsse, fand ich diese Ansicht vollkommen bestätigt, und es blieb mir kein Zweifel, dafs die Essigbereitung allgemein als eine Verbrennung des Alkohols, mithin als identisch mit der von Döbereiner durch das Platinpräparat bewirkten betrachtet werden müsse.

Auf diese Ansicht gestützt construirte ich die von mir mit der Benennung »Essigbilder« bezeichnete Vorrichtung, und zwar gleich in derselben Form und Zusammensetzung, die ich heute noch für die zweckmäfsigste erkenne. Nicht so leicht gelang es mir aber, die Behandlungsweise der Essigbilder zu dem jetzigen Grad von Vollkommenheit zu bringen, und die gröfstmögliche Menge von Säure aus einer gegebenen Menge Alkohols jederzeit mit Sicherheit zu gewinnen. Legt man nämlich die bekannten Mischungsgewichte des Alkohols und des kohlensauren Kalis zum Grunde, so müfsten 46 Pfund absoluten Alkohols so viel Essig liefern, als zur Sättigung von 69 Pfund kohlensauren Kalis erforderlich sind; mithin müfsten 800 Berliner Quart Branntwein von 50 Procent (Tralles), welche 792 Pfund absoluten Alkohols gleich sind, 7622 Quart eines Essigs liefern, von dem jede Unze 30 Gran kohlensaures Kali sättigte. In der That aber gewinnt man auf den Essigbildern 6666 Quart zu 32 Gran Sättigungscapacität, was über 7100 Quart zu 30 Gran gleich ist. Rechnet man hiebei, dafs der Essig niemals ganz weingeistfrei ist und seyn darf, so reducirt sich der Verlust auf ein Minimum, und die Essigbereitungsart auf den Essigbildern zeigt sich in ihrer ganzen Vollkommenheit.



Rücksichten gegen mehrere mir befreundete Häuser, welche das Schützenbach'sche Verfahren für grofse Summen erkauft hatten, veranlafsten mich jedoch, meine Erfindung ebenfalls geheim zu halten, und nur auf dem gleichen Wege Nutzen daraus zu ziehen, wie diefs Hr. Schützenbach gethan hatte, und so blieb die neue Essigbereitungsart bis zum Jahre 1829 das Eigenthum Derer, welchen sie von den Erfindern mitgetheilt wurde. Es war indefs zu erwarten, dafs eine Erfindung, welche so vielfaches Interesse erregte, bald aufhören würde, Geheimnifs zu bleiben, und in der That fanden sich bald Mehrere, für welche die Aussicht auf Gewinn gröfseren Werth hatte, als eingegangene Verpflichtungen; und so blieb, während meine Bereitungsart auf unredliche Weise verbreitet wurde, auch die Schützenbach'sche Methode kein Geheimnifs mehr.

In wiefern die Mittheilung einer Erfindung unter der Bedingung der Geheimhaltung die strenge Rüge verdient, welche sich Hr. Geheime Rath Hermbstädt in Erdmann's Journal, Bd. XI S. 254, erlaubt hat, überlasse ich jeden Billigdenkenden zu entscheiden; ich fand mich aber dazu aufser dem oben berührten Grunde noch dadurch bewogen, weil die Essigbereitung auf meinen Bildern eine Beachtung von Umständen und eine Sorgfalt erfordert, die nur bei ausgedehnterem Betriebe lohnend ist, sich mithin keineswegs, wie jetzt Viele glauben machen wollen, zur Bereitung kleiner Quantitäten oder des Hausbedarfs eignet. Abgesehen davon, dafs die Essigbilder in zu kleinem Maafsstabe sehr unsicher arbeiten, ist auch der Essig nicht das letzte Product der Verbrennung des Alkohols, vielmehr schreitet diese fort und bildet auf Kosten des Essigs neue werthlose Producte, und man erhält leicht statt eines guten Essigs eine schleimige fade Flüssigkeit.

Was Hrn. Geheimen Rath Hermbstädt veranlassen konnte, die Erfindung der Schnellfabrication seinen

deutschen Landsleuten abzusprechen, und einem Engländer anzudichten, ist schwer zu begreifen, da ihm sehr wohl bekannt seyn mufste, dafs ich mich früher mit diesem Gegenstande beschäftigt hatte, als das Patent des Hrn. John Ham bekannt wurde, dafs ferner Hr. Seb. Schützenbach seine Erfindung im Sommer 1823 auch in den Berliner Zeitungen anzeigte, und dafs bereits im Jahr 1824 die gröfste Essigfabrik in der Nähe von Berlin nach seiner Methode betrieben wurde. Dem Hrn. John Ham will ich übrigens hiedurch keineswegs die Originalität seiner Erfindung absprechen, und um so weniger vermuthen, dafs er die deutsche Schnellessigfabrication gekannt und zu Grunde gelegt habe, da seine Vorrichtung der von Hrn. Schützenbach angegebenen, noch mehr aber meinen Essigbildern eben so sehr an Einfachheit und Zweckmäfsigkeit nachsteht, als seine Resultate, seiner eigenen Angabe nach, hinter den unsrigen zurückbleiben.

Dafs Leute, wie Hr. Leuchs in Nürnberg, mein früherer Böttcher Schmogrow u. A. sich die Erfindung meiner Essigbilder zueigneten, geschah gewifs aus keiner andern Absicht, als weil sie es ihrem Interesse angemessen hielten, und die Angabe der Wege, wie sie zur Kenntnifs derselben gekommen, ihrem eigenen oder dem Rufe Derer zu schaden drohte, welche widerrechtlich ihre Verpflichtungen gegen mich verletzt hatten. Auch mufs ich der Wahrheit gemäfs bekennen, dafs Hr. Leuchs sich anfangs persönlich an mich wandte, und erst als ich ihm die Unmöglichkeit, seine Wünsche zu erfüllen, erklärt hatte, sich auf andere Weise in Besitz meines Verfahrens zu setzen suchte. Das Schützenbachsche Verfahren hat Hr. Dingler, so weit ich diefs nach dem mir darüber bekannt Gewordenen beurtheilen kann, am Genauesten beschrieben.

Was meinen Antheil an der Vervollkommnung der Schnellfabrication des Essigs betrifft, wie ich ihn eben

angedeutet habe, so glaube ich mich auf das Zeugnifs der HH. v. Berzelius, Palmstedt, Mitscherlich, Clément-Desormes u. A. berufen zu dürfen, da namentlich Hr. v. Berzelius und Hr. Palmstedt sowohl das Schützenbach'sche Verfahren, als auch meine Essigbilder genau kennen.

In meinem Obigen habe ich zwar die Essigbildung für einen einfachen Verbrennungsprocefs erklärt, dessen ungeachtet ist es nicht hinreichend, dafs Alkoholdampf und Sauerstoffgas, wenn auch unter der günstigsten Temperatur, in Berührung kommen, um Essig zu bilden; es ist durchaus nöthig, dafs die elektrische Spannung des Alkohols durch einen dritten Körper vermehrt werde, wie diefs Döbereiner in seinem vortrefflichen Versuche gezeigt hat; und in dieser Beziehung reiht sich die Essigbildung an die interessanteste Reihe chemischer Thätigkeiten an, bei welcher die Polarität als allgemeine Ursache ausgezeichnet hervortritt.

Während Körper von entschieden entgegengesetzter Polarität (Verwandtschaft) der blofsen Berührung bedürfen, um sich zu verbinden, so lassen sich andere dadurch nicht vereinigen. Wir haben aber Mittel, die Polarität eines Körpers zu steigern, und ihn dadurch zur Verbindung mit einem andern von entgegengesetzter Polarität zu disponiren, und dieses Mittels bedient man sich bei der Schnellfabrication des Essigs.

Man bildet nämlich eine zusammengesetzte elektrochemische Kette aus Alkohol und einem Körper von negativem Verhalten mit hinreichenden Zwischenräumen, um der Luft an allen Punkten Zutritt zu gestatten, und gleich beginnt die Essigbildung unter Temperaturerhöhung, und dauert fort, so lange verdünnter Alkohol und Sauerstoffgas vorhanden sind, da der negative Körper keine Veränderung erleidet. Ist kein Alkohol mehr vorhanden, so tritt der Essig an seine Stelle, die Sauerstoff-Absorption geht fort, und es bilden sich die bekannten Essigaale in

unendlicher Menge. In dieser Beziehung schliefst sich die Essigbildung an diejenigen Erscheinungen an, welche sich äufsern, wenn drei verschiedenartige Körper, wovon wenigstens Einer flüssig seyn mufs, zwei aber fest oder gasförmig seyn können, in vielen Schichten auf einander gehäuft sind; dahin gehört die Erhitzung und Zerstörung aufgehäufter feuchter organischer Körper, die Verbrennung und Auflösung aufgehäufter zertheilter Metalle in Berührung mit Luft, die Entzündung des Wasserstoffgases in Platinschwamm an der Luft, die Selbstentzündung trockner organischer Körper in Berührung mit Fett und Luft, die Salpetererzeugung u. s. v. a., kurz sie zeigt sich als Wirkung der zusammengesetzten Kette.

Auf der andern Seite aber ahmen die Essigbilder augenscheinlich die Thätigkeit des Organismus nach, die Essigbildung erinnert zunächst an die chemische Thätigkeit der Lungen, deren Construction ganz der obigen Forderung entspricht, und es ist kaum zu zweifeln, dafs die Bildungen der verschiedenartigen Stoffe in den Zellengeweben der Pflanzen auf der Wirkung ähnlich gebildeter Ketten beruht.

Neben der elektrischen Thätigkeit scheint sowohl bei den organisch-chemischen Thätigkeiten als bei den künstlich zusammengesetzten Ketten die Porosität der Körper eine Rolle zu spielen und die Aehnlichkeit beider zu vermehren. Es ist bekanntlich eine allgemeine Eigenschaft aller porösen Körper, nicht allein die Gasarten, und zwar mit gewisser Auswahl zu absorbiren und zu verdichten, sondern auch gemischten Flüssigkeiten einzelne Bestandtheile zu entziehen. Essig durch eine Säule von reinem feinen Quarzsand filtrirt, wird anfangs aller Säure beraubt, bis die Säure auf einen gewissen Punkt in dem Sande concentrirt ist. Verdünnter Kartoffelbranntwein durch feinen Quarzsand filtrirt, liefert anfangs blofses Wasser, nachher geistige Flüssigkeit, welche ihres Fusels beraubt ist, und erst später geht er unverändert

durch. Die Wirkung hört indessen bald auf, weil die Porosität nicht weiter geht, als die Theilung der Sandkörner. Auffallender ist die Wirkung poröser Pflanzenkörper; so entziehen die Späne dem zur Säuerung der Essigbilder verwendeten Essig anfangs alle Säure, und es dauert lange Zeit, ehe derselbe in der Stärke des aufgegossenen Essigs durchläuft. Noch stärker ist diese Wirkung bei der Pflanzenkohle, und deshalb lassen sich aus Kohle, ungeachtet man dabei weniger Oberfläche für die Luftberührung geben kann, wirksame Essigbilder zusammensetzen. Die Wirkung der Kohle bei dem Entfuseln und Entfärben beruht aller Analogie nach auf dieser allgemeinen Eigenschaft. Sehr fein zertheilte Metalle absorbiren Sauerstoffgas und erhitzen sich damit, wie Hr. Dr. Magnus gezeigt hat, oft bis zum Glühen. Sehr fein zertheilte (französische) Schwefelblumen enthalten häufig Schwefelsäure, und bilden sie immer von Neuem, wenn sie durch Auswaschen davon befreit werden.

In Folge dieser allgemeinen Eigenschaft poröser Körper wird der Alkohol vorzugsweise in den Spänen der Essigbilder zurückgehalten, und wahrscheinlich erleidet auch das Sauerstoffgas eine Verdichtung, wodurch die Verbindung beider beschleunigt wird. Eben so wirkt vermöge dieser Eigenschaft die Luft durch die porösen Hüllen auf das Blut in den Lungen, und die zahlreichen Absorptionen und Secretionen im Organismus beruhen vielleicht vorzugsweise auf dieser Eigenschaft.

Wenn ich oben die Behauptung aufgestellt habe, dafs durch die auf Erfahrung gegründete Theorie der Essigbereitung der Begriff der Essiggährung aufgehoben sey, so ist diefs in sofern allerdings wahr, als bei diesem Procefs keine Gasentwicklung stattfindet, indem die Producte der Verbindung des Alkohols mit Sauerstoff lediglich Wasser und Essigsäure sind, ohne alle Kohlensäurebildung. Auf der andern Seite aber zeigt sich die gröfste Analogie zwischen der Essigbildung und der geistigen Gährung darin, dafs

beide auf der Wirkung zusammengesetzter elektro-chemischer Ketten beruhen und die Porosität der Körper bei beiden thätig ist, wie diefs augenscheinlich daraus hervorgeht, dafs man durch Zusatz poröser Körper die geistige Gährung aufserordentlich beschleunigen kann. Fafst man die ganze Reihe von Erscheinungen, welche auf der Thätigkeit elektro-chemischer Ketten beruhen, unter einen allgemeinen Gesichtspunkt zusammen, so findet man bereits eine so grofse Menge von Zersetzungen und Verbindungen durch dieselben bewirkt, dafs wir mit Recht hoffen dürfen, auf diesem Wege der Thätigkeit des Organismus immer näher zu rücken, und dessen Bildungen künstlich nachzuahmen. Es unterliegt keinem Zweifel, dafs auch die ältere Essigerzeugungsart auf der Wirkung der zusammengesetzten Kette beruht, und dafs die Neigung des Wassers und der geistigen Flüssigkeiten, das Sauerstoffgas zu absorbiren, dabei thätig zu Hülfe kommt.

Ich habe oben gezeigt, dafs die Quantität Essig, welche aus einer gegebenen Quantität Alkohol auf meinen Essigbildern bei richtiger Behandlung gewonnen wird, ziemlich nahe derjenigen gleich kommt, welche die Berechnung als Maximum ergiebt; deshalb sind auch alle Versuche, die geringe Menge Essig, welche sich verflüchtigt, zu gewinnen, von keinem practischen Nutzen gewesen, und nur bei sehr grofsen Essigfabriken möchte es lohnen, nach Hrn. Schützenbach's Vorschlag die mit Essigdunst beladene Luft aus den Essigbildern in entfernte Räume zu leiten und mit Blei- oder Kupferplatten in Berührung zu bringen, um die Essigsäure zu absorbiren und zu benutzen. Es ist immer ein Fehler in der Construction oder in der Behandlung der Essigbilder, wenn ein bedeutender Essigverlust stattfindet. Ich habe lange Zeit die sich verflüchtigenden Producte gesammelt, und immer gefunden, dafs die verdichtete Flüssigkeit von sehr geringem Säuregehalt ist, und nur dann einen auffallenden

Weingeistgehalt zeigt, wenn die Bilder zu viele Nahrung erhielten.

Es ist durchaus unrichtig, dafs die Essigsäure die Stelle des Ferments bei der Essigbildung vertritt; denn reine Essigsäure leitet keine Essigbildung ein, wohl aber wird jedes Ferment in Berührung mit der Luft zu Essigferment, wenn man diesen Ausdruck wählen will, und wenn auch die Essigsäure diese Verwandlung begünstigt, so ist sie doch keinesweges nothwendige Bedingung dazu.

XI. *Ueber Sauerstoffäther und verwandte Gegenstände;* *von J. W. Döbereiner.*

Liebig's experimental-kritische Bemerkungen *) über den Sauerstoffäther veranlassen mich zur Mittheilung nachstehender Erfahrungen.

Wenn man Weingeist, von 60 bis 70 Procent Alkoholgehalt, in dem von mir in Schweigger-Seidel's n. Jahrbuch der Chemie und Physik, 1831, Bd. III S. 363, beschriebenen Essigsäurebildungs-Apparat der durch *Platinmohr* **) bedingten atmosphärischen Oxydation unter-

*) Vergl. den gegenwärtigen Band der Annalen, S. 245.

**) Diesen Platinmohr bereitet der Hr. Verfasser, wie er am genannten Orte sagt, indem er eine Lösung von Platinchlorid mit Schwefelammonium fällt, das entstandene Schwefelplatin, nachdem es gewaschen und getrocknet ist, durch Uebergiefsung mit rauchender Salpetersäure, unter Erwärmen und Umrühren, in schwefelsaures Platinoxyd verwandelt, die erhaltene braune Flüssigkeit abdampft, so weit, dafs sie beim Erkalten erstarrt, sie dann mit kleinen Mengen Wasser vermischt, um die salpetrige Säure auszutreiben, und darauf mit Weingeist von 60 Procent Alkoholgehalt mischt, erwärmt und siedet, wo dann das Platin-

wirft, so lange, bis es *anfängt* auf Kreide zu reagiren, das heifst, aus derselben Kohlensäure zu entwickeln und ihn dann über gepülverter Kreide bis zur Hälfte abdestillirt, so gewinnt man als Destillat eine Flüssigkeit, aus der sich, beim Vermischen mit viel Chlorcalcium, eine grofse

mohr (Liebig's Platinschwarz (d. Ann. Bd. XVII S. 106) das sogenannte Platinsuboxydul) niederfällt.

Späterhin (a. a O. S. 466) hat der Verfasser gefunden, dafs der Iridmohr in seiner Wirkung auf eine mit Alkoholdampf gemischte Luft den Platinmohr noch übertreffe, wenn man ihn nämlich dadurch bereitet, dafs man eine mit Alkohol vermischte Auflösung von schwefelsaurem Iridoxyd nicht durch Wärme, sondern durch Licht zersetzen läfst, den Niederschlag in einer grofsen Menge Wasser fast bis zum Sieden erhitzt und nun bei 100° C. trocknet. Fast die kleinsten Staubtheilchen des so gewonnenen Präparats entglühen augenblicklich zischend, wenn sie auf mit Alkohol befeuchtetes Druckpapier gestreut werden, und nehmen dabei die graue Farbe des durch Glühen von Iridsalmiak erhaltenen Iridstaubs an. Irid- und Platinmohr entzünden das mit Sauerstoffgas vermengte Wasserstoff- und Kohlenoxydgas plötzlich, aber nicht das ölbildende Gas. Dagegen werden Gemenge von Sauerstoffgas und Kohlenoxydgas oder ölbildendem Gase weder von Platinschwamm, noch von Iridstaub (erhalten durch Erhitzung des Iridsalmiaks) entzündet; wohl aber vermag das fein zertheilte Irid die geschwächte Zündkraft eines lange gebrauchten Platinschwamms zu erhöhen, wenn man diesen damit bestäubt.

An einem anderen Orte (Ann. d. Pharmacie, I S. 29) hat Hr. Hofrath Döbereiner die von Hrn. Böttger (Schweigg. Journ. LXIII, S. 370) gemachte Beobachtung, dafs Ammoniakgas, durch kurze Berührung, dem Platinschwamm die Zündkraft für ein Gemisch von Wasserstoff und Sauerstoffgas raube, auch für den Platinmohr und Iridstaub bestätigt, mit dem Zusatz, dafs man die vernichtete Zündkraft dieser Substanzen durch schwache Erwärmung, wie durch Berührung mit Salzsäuregas, in ihrer ganzen Stärke wiederherstellen könne.

Der im Text erwähnte Apparat zur Essigbildung besteht aus einem flachen und mit einer hohen, oben offenen Glocke überdeckten Gefäfse, worin der (zur Verhütung einer Entzündung) schwach mit Wasser oder Essigsäure benetzte Platinmohr, auf Uhrgläsern ausgebreitet, dicht über dem auf den Boden gegossenen Alkohol von einem Dreifufs getragen wird. *P.*

grofse Menge eines ätherischen Fluidums abscheidet, welches, nachdem es durch Destillation isolirt und gereinigt worden, sich durch folgende Eigenschaften auszeichnet:

1) Es ist völlig farblos und so dünnflüssig wie Aether.
2) Es reagirt auf die Geruchs- und Geschmacksorgane fast wie der wasserleere Spiritus nitrico-aethereus.
3) Sein spec. Gewicht ist bei +21° bis =0,842.
4) Es siedet unter einem Druck von 331,5 Par. Lin. Quecksilberhöhe bei +75° Cels.
5) Es reagirt weder sauer noch basisch.
6) Es mischt sich mit dem Alkohol in allen Verhältnissen, aber nicht so mit dem Wasser, welches etwa nur $\frac{1}{8}$ seines Volumens auflöst, wenn es mit ihm geschüttelt wird.
7) Es wird von dem Sauerstoff der Luft unter Mitwirkung des Platinmohrs zu Essigsäure oxydirt, und verbrennt beim Entzünden an der Luft mit weifser Flamme.
8) Es wird endlich von Aetzkali, und noch schneller von concentrirter Schwefelsäure in ein gelbes indifferentes Harz verwandelt, welches sich leicht in Aether und Weingeist auflöst, und im trocknen Zustande vom Sonnenlichte nach und nach gebleicht wird.

Es ist gewifs recht merkwürdig, dafs in dem so einfachen Processe der partiellen Oxydation des Alkohols erst eine solche ätherische Flüssigkeit, und dann aus dieser durch fortgesetzte oder höhere Oxydation Essigsäure gebildet wird. Eine mit allen den beschriebenen Eigenschaften begabte ätherische Flüssigkeit ist es, welche auch bei Behandlung des Alkohols mit Chromsäure, oder mit Schwefelsäure und Manganhyperoxyd erzeugt wird, und welche ich, weil sie ätherartig ist und durch die Reaction des Sauerstoffs gebildet wird, *Sauerstoffäther* genannt habe. Dieser Aether (den ich, beiläufig gesagt, auch in dem rohen Salpeteräther und in dem aus sehr alten Rhein-

und Frankenweinen abdestillirten Alkohol gefunden) hat zwar, was sein spec. Gewicht und seinen Siedpunkt betrifft, Aehnlichkeit mit dem Essigäther und dem Holzspiritus, unterscheidet sich aber von diesen beiden Flüssigkeiten (mit denen er übrigens vielleicht isomerisch ist) nicht blofs im Geruch und Geschmack, sondern auch in seinem Verhalten gegen Aetzkali und Schwefelsäure so sehr, dafs ich *noch jetzt* keinen Anstand nehme, ihn als eigenthümlich zu betrachten. Ich sage *noch jetzt*, um damit anzudeuten, dafs Liebig's Bemerkungen diese meine Ansicht nicht verändert haben und auch nicht verändern konnten, weil sie sich blofs auf die chemische Natur des sogenannten *schweren* Sauerstoffäthers beziehen, und weil ich glaube, dafs der sonst so genau und gründlich forschende Liebig sich die Untersuchung dieses Products ein wenig zu leicht gemacht habe; denn er hat unterlassen, diejenige Materie darzustellen und zu charakterisiren, welche, mit Weinschwefelsäure verbunden, den sogenannten schweren Sauerstoffäther constituirt. Liebig widmet sich vielleicht noch einmal der Untersuchung dieses Gegenstandes, denn ich habe ihm zu diesem Behufe eine kleine Menge jenes durch atmosphärische Oxydation des Alkohols gebildeten Aethers mitgetheilt — und dann erst werden wir erfahren, ob ein Sauerstoffäther existire oder nicht. Ich selbst habe wohl nicht nöthig, mich »unrechtmäfsiger Vortheile« zu bedienen, um bei Andern die Ueberzeugung von dem Daseyn dieses Aethers zu befestigen, weil, wenn dieser aufhört zu seyn, anderweite wichtigere Entdeckungen, die bereits verificirt sind, mich für einen kleinen Irrthum hinlänglich entschädigen. Findet man diese Bemerkung unbescheiden, so entschuldige mich der Umstand, dafs ich nicht verstehe, eine kleine Portion Eitelkeit, die, nach psychologischen Beobachtungen, jeder Naturforscher in sich trägt, durch *diplomatische* Form im Ausdrucke u. s. w. versteckt zu halten.

Wird die Eigenthümlichkeit des Sauerstoffäthers von Liebig bestätigt, so will ich gern jedem Chemiker, so wie jedem auswärtigen Chargé d'affaires chimiques eine kleine Menge desselben, wenn es gewünscht wird, zukommen lassen. Ich verlange dafür weder Geld noch Dank, sondern blofs gegenseitige Mittheilung von neu entdeckten Stoffen oder Präparaten, wie z. B. Vanadin, Chloral u. s. w. sind, die ich noch nicht besitze.

Auch von dem besonderen, theils öl-, theils ätherartigen Producte, welches im Processe der partiellen Oxydation des Zuckers, d. h. bei der Darstellung der Ameisensäure aus Zucker, gebildet wird *), will ich gelegent-

*) Der Hr. Verfasser hat nämlich gefunden, dafs bei der Behandlung des Zuckers mit Schwefelsäure und Braunstein, aufser Ameisensäure und Kohlensäure, eine eigene flüchtige, höchst stechend riechende Substanz gebildet wird, welche im entwässerten Zustande ölartig, von gelber Farbe, und mit einem dem Cassiaöl ähnlichen Geruch erscheint. Isolirt erhält man diese Substanz, wenn die mit ihr beladene Ameisensäure mit einer Base gesättigt, die neutrale Flüssigkeit bis zur Hälfte ihres Volums abdestillirt, und das Destillat hierauf über eine Menge Chlorcalcium, welche zur Bindung sämmtlichen Wassers hinreicht, abgezogen wird. Das erhaltene Oel ist specifisch schwerer als Wasser, löst sich nach und nach in demselben auf, und theilt ihm seinen Geruch mit.

Eine ähnliche, vielleicht dieselbe, Substanz hat Hr. D. bei Behandlung von verdünntem Weingeist (Branntwein) mit Schwefelsäure und Braunstein erhalten, und sie ist es nach ihm, welche C. Gmelin verleitete, das Destillat für Ameisensäure zu halten (siehe diese Annalen, Bd. XVI S. 56), während es, aufser der genannten Substanz, nur aus Essigsäure besteht. Vermischt man nämlich das Destillat mit gesättigter Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul, so entsteht alsbald ein krystallinischer weifser Niederschlag, welcher, wenn man das Ganze bis zum Sieden erhitzt, sich unter Absetzung von metallischem Quecksilber auflöst, ohne dafs dabei ein bemerkbares Aufbrausen stattfindet. Beim Erkalten der Flüssigkeit schiefst essigsaures Quecksilberoxydul in weifsen glänzenden Schüppchen an. Diefs Salz bildet sich immer bei Vermischung einer gesättigten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul mit wäfsriger Essigsäure;

lich eine gröfsere Menge darstellen, damit dasselbe näher untersucht und einer Elementaranalyse unterworfen werden könne. Ich glaube überzeugt seyn zu dürfen, dafs eine recht genaue Untersuchung des Sauerstoffäthers und dieses neuen Productes viel zur Bereicherung unserer Kenntnisse von den mannigfaltigen Substanzen, welche in den verschiedenen Processen der chemischen Metamorphose des Zuckers, des Alkohols u. s. w. hervorgehen, beitragen werde.

Zu den Producten der durch (partielle) Oxydation bewirkten chemischen Metamorphose des Alkohols gehört auch das Harz, in welches der Sauerstoffäther verwandelt wird, wenn man denselben mit Aetzkali (in Weingeist aufgelöst) oder mit concentrirter Schwefelsäure behandelt. Dasselbe kann Behufs einer näheren Untersu-

nimmt man aber statt deren Ameisensäure, so entsteht kein krystallinisches Salz, wohl aber giebt das Gemisch unter Aufbrausen Kohlensäure aus, und läfst, wenn man es bis zum Sieden erhitzt, Quecksilber fallen. (Dafs Essigsäure, die ein ätherisches Oel gelöst enthält, Silber- und Quecksilberoxyd aus ihren Lösungen in Salpetersäure regulinisch fälle, hat bekanntlich schon früher der, leider vor Kurzem in Brighton verstorbene Walcker in diesen Ann. Bd. VI (82) S. 126 gezeigt.) Auch bei Behandlung des Weingeists mit Chlorsäure oder mit Platinmohr und Sauerstoffgas wird keine Ameisensäure, sondern nur Essigsäure gebildet.

Die ätherische Lampensäure, gewonnen durch *glühendes* Verbrennen des Aethers am Platinschwamm, enthält dagegen, nach Hrn. D., weder Essigsäure noch Ameisensäure, sondern ist, wie es scheint, eine Säure eigner Art. Sie reducirt zwar, bei Erwärmung, das in Salpetersäure gelöste Quecksilberoxydul, veranlafst aber dabei kein bemerkbares Aufbrausen, und bildet auch damit kein, dem essigsauren Quecksilberoxydul analoges Salz. Auch in dem Safte von Sempervivum tectorum ist eine Säure der Art vorhanden, die flüchtig ist, Oxyde edler Metalle reducirt, mit salpetersaurem Bleioxyd ein leicht auflösliches Salz giebt, so wie mit salpetersaurem Quecksilber einen weifsen Niederschlag, der bei Erwärmung der Flüssigkeit schwarz wird, und in ein metallisches Quecksilber übergeht. (Schweigg. Journal, Bd. LXIII S. 366.) *P.*

chung und Elementar-Analyse am leichtesten auf die Art dargestellt werden, dafs man Weingeist mit Aetzkali schwängert, und diesen dann in dem oben angeführten Essigsäurebildungs-Apparat dem durch Platinmohr bedingten atmosphärischen Oxydationsprocesse aussetzt, so lange, bis aller Weingeist zersetzt ist. Das gebildete Harz findet man am Ende des Processes auf dem Boden des Gefäfses, und darüber eine farblose Flüssigkeit, welche essigsaures Kali (und ein noch nicht untersuchtes anderes Kalisalz) aufgelöst enthält. Ich bemerke beiläufig, dafs jenes Harz auch, jedoch langsamer, und nur in geringer Menge, gebildet wird, wenn man kalihaltigen Alkohol dem Einflusse der Elektricität einer Volta'schen Säule aussetzt; es entsteht am positiven (oxydirenden) Pole. Ich habe versucht, es durch Behandlung des Alkohols mit mangansaurem Kali plötzlich, und wo möglich *knallend* entstehen zu lassen, aber das Experiment gelang nicht.

Ich füge der obigen Notiz über Sauerstoffäther die Nachricht bei 1) dafs es mir gelungen ist, ein Gewicht von 2 Volumen schwefliger Säure und 1 Volum Sauerstoffgas mit Hülfe des hygroscopisch-feuchten Platinmohrs zu *rauchender* Schwefelsäure zu verdichten, und 2) dafs auch das Oleum Neroli von dem Platinmohr bestimmt wird, sehr viel Sauerstoff aus der Luft anzuziehen und sich in eine Säure zu verwandeln, welche wie sauer gewordenes Citronenöl riecht, und wahrscheinlich Essig säure, mit einem besonderen öligen Stoffe vermischt, ist.

XII. *Notiz über die Fabrication der englischen Schwefelsäure ohne Salpeter; von G. Magnus.*

Hr. Peregrine Phillips d. J., Essigfabrikant zu Bristol, hat vor Kurzem ein Patent auf eine Verbesserung in der Fabrication der englischen Schwefelsäure genommen, deren Vorzüge er hauptsächlich darin setzt, dafs bei derselben das schwefligsaure Gas, ohne Hülfe von Stickstoffoxyd, also unter Ersparung des Salpeters, unmittelbar mit dem Sauerstoff der Luft verbunden wird. Diese directe Vereinigung bewirkt Hr. Ph. dadurch, dafs er das schwefligsaure Gas, so wie es in einem besonders dazu eingerichteten Ofen durch Verbrennung von Schwefel (oder Schwefelkies) erzeugt und in gehörigem Verhältnisse mit atmosphärischer Luft gemengt worden ist, mittelst einer Luftpumpe durch Röhren von Platin oder Porcellan leitet, welche Platindraht oder Platinschwamm enthalten, und bis zum starken Glühen erhitzt werden *).

Da dieser Procefs, ganz abgesehen davon, dafs er für die Fabrication der Schwefelsäure von unberechenbarem Vortheil seyn könnte, auch in wissenschaftlicher Hinsicht viel Interesse besitzt, indem es einerseits bekannt ist, dafs schwefligsaures Gas sich nicht geradezu mit Sauerstoffgas verbindet, und andererseits die Erfahrung, dafs Platinschwamm diese Verbindung vermittle, sonst noch nicht gemacht zu seyn scheint, so habe ich es nicht überflüssig gehalten, die folgenden Versuche anzustellen.

In ein Gemenge von schwefligsaurem Gase und Sauerstoffgas, das sich in einer gebogenen Glocke über Quecksilber befand, wurde mit Hülfe eines Platindrahts etwas Platinschwamm gebracht, und darauf der gekrümmte Theil

*) *Repertory of Patent-Inventions, Nov.* 1831, *p.* 267.

der Glocke, der das Platin enthielt, bis zum schwachen Glühen erhitzt. Sobald diese Hitze erreicht war, trat eine bedeutende Verdichtung ein, während sich zugleich, da das Gasgemenge nicht besonders ausgetrocknet worden, eine Flüssigkeit bildete, die alle Eigenschaften der Schwefelsäure besafs.

Derselbe Versuch, statt des Sauerstoffs, mit atmosphärischer Luft wiederholt, gab dasselbe Resultat, nur war die Wirkung etwas langsamer. Ein Zusatz von Wasser schien in beiden Fällen die Vereinigung nicht zu befördern.

Noch auffallender war der Erfolg, als ein Gemenge von schwefligsaurem Gas mit atmosphärischer Luft durch eine Glasröhre geleitet wurde, welche Platinschwamm enthielt, und in einem Ofen zum Glühen gebracht worden war. In der Vorlage, welche zur besseren Verdichtung der gebildeten Säure mit feucht gehaltenen Glasstücken gefüllt war, fand sich eine verhältnifsmäfsig sehr bedeutende Menge Schwefelsäure; und die Verdichtung war so vollkommen, dafs mit der entweichenden Luft zwar viel schwefelsaures Gas, aber äufserst wenig schwefligsaures Gas fortging *).

Eine Abänderung dieses Versuchs in der Art, dafs, statt des Platinschwamms, Glasstücke in die Röhre gebracht wurden, lieferte zwar auch Schwefelsäure, aber nur in geringer Menge.

Endlich wurden selbst die Glasstücke fortgelassen, und das Gemenge blofs durch die leere glühende Glas-

*) Zur Verdichtung des schwefelsauren Gases leitet Hr. Phillips dasselbe in cylindrische, 8 Fufs weite und 30 Fufs hohe Kammern von Sandstein, die inwendig mit Blei überzogen, und bis zur Decke mit Quarzstücken angefüllt sind. Diese Quarzstücke dienen zum fortwährenden Herabträufeln der vorgeschlagenen Flüssigkeit (Wasser oder verdünnte Säure), welche am Boden eine 14 Zoll hohe Schicht bildet, und durch ein Pumpwerk beständig gehoben und mittelst eines Siebes von Blei beständig über dieselben ausgegossen wird. *P.*

röhre getrieben. Auch in diesem Fall ward deutlich, wenn auch nur wenig, Schwefelsäure erzeugt.

Wiewohl nun diese Versuche über den practischen Werth der Methode des Hrn. Phillips nicht entscheiden können, so bestätigen sie doch die Richtigkeit seiner Angabe, dafs fein zertheiltes Platin in der Hitze eine directe Verbindung des schwefligsauren Gases mit dem Sauerstoffgas zu Stande bringt. Wohl zu bemerken ist, dafs der Platinschwamm nur in der Hitze diese Wirkung ausübt; in gewöhnlicher Temperatur scheint er ohne allen Einflufs auf jenes Gemenge zu seyn.

XIII. *Ueber die Erregung elektrischer Ströme durch andere Ströme dieser Art und durch Magneten.*

[Die nachstehenden Aufsätze sind es, von denen bereits S. 504 des vorigen Hefts die Rede war. Sie enthalten zwar nur eine Bestätigung eines Theils der von Hrn. Faraday aufgefundenen merkwürdigen Thatsachen, verdienen aber nichts destoweniger alle Beachtung, da die ausführliche Abhandlung des Entdeckers bis jetzt noch nicht zu uns gelangt ist.]

---

1. Thatsachen, beobachtet von Hrn. Becquerel, und dem Pariser Institut in der Sitzung am 23. Januar 1832 mitgetheilt.

Diese Thatsachen errichten eine Analogie zwischen den durch magnetische Einwirkung erregten und den hydroelektrischen Strömen, in Gegensatz zu den thermo-elektrischen.

1) Die beiden ersten Strom-Arten finden noch statt, wiewohl schwächer, wenn auch ein Theil des Bogens aus einer wäfsrigen Flüssigkeit besteht; die thermoelektrischen Ströme dagegen sind dann gänzlich unterbrochen.

2) Ein Galvanometer mit tausend Windungen eines sehr feinen Drahts ist sehr empfindlich für die beiden ersten Strom-Arten, dagegen unempfindlich für thermo-elektrische Ströme. Andererseits ist ein Galvanometer mit dreifsig Windungen eines sehr dicken Drahts sehr empfindlich für thermo-elektrische Ströme, vielweniger aber für Ströme der beiden andern Arten.

Gewöhnlich schreibt man diesen Gegensatz dem Umstand zu, dafs die Spannung in hydro-elektrischen Ketten grofs, in thermo-elektrischen aber klein sey. Die Ströme, welche durch den Einflufs des Magneten erregt werden, müssen also eine grofse Spannung besitzen.

2. Ergebnisse der von Hrn. Ampère angegebenen und gemeinschaftlich mit Hrn. Becquerel angestellten Versuche.

1) Die Mitte eines Magnetstabes, rasch in den hohlen Cylinder *) gesteckt, bewirkt eine drei bis vier Mal gröfsere Ablenkung als der Pol dieses Stabs unter gleichen Umständen.

2) Beim Herausziehen des Magnetstabs aus dem Cylinder, gleichviel zu welchem Ende, findet eine Ablenkung in entgegengesetzter Richtung statt, wie beim Hineinstecken.

3) Durch abwechselndes ruckweises Hineinstecken und Herausziehen erhält man bei jedem Ruck eine Ablenkung, in einer Richtung, vom eintretenden Pol bis zur Mitte des Magneten, in entgegengesetzter Richtung, von dieser Mitte bis zum austretenden Pol.

4) So lange der Magnet in dem hohlen Cylinder unbewegt bleibt, findet keine Einwirkung auf den Galvanometer statt, man mag dessen Verbindung mit dem hohlen Cylinder unterbrechen oder wieder herstellen.

*) Es ist damit, wie sich weiterhin ergiebt, ein hohler Holzcylinder verstanden, der schraubenförmig mit Draht umwickelt, und durch diesen mit einem Multiplicator verbunden ist. *P.*

5) Bringt man den Magnetstab in den hohlen Cylinder, während jene Verbindung unterbrochen ist, so kann man sie darauf wieder herstellen, ohne dafs eine Wirkung auf den Galvanometer stattfindet. Zieht man aber nun den Magnet heraus, so bekommt man die volle Wirkung, welche in demselben Fall eingetreten seyn würde, wenn die Verbindung nicht unterbrochen gewesen wäre.

8. Versuche über die Erregung elektrischer Ströme durch Einwirkung eines anderen Stromes dieser Art; von Hrn. Ampère.

Während meines Aufenthalts zu Genf, im September 1822, hatte Hr. August de la Rive die Güte mich bei den Versuchen, die ich über die Erregung eines elektrischen Stroms durch einen andern Strom anzustellen wünschte, zu unterstützen, und mit allen Erfordernissen dazu aus seinem Laboratorium zu versehen. Die Resultate dieser Versuche sind kurz hernach in der *Bibliothèque universelle* und in den *Annales de chim. et de physique* bekannt gemacht *). In und nahe bei den (weiten und fast in einer Ebene liegenden) Spiral-Windungen eines mit Seide besponnenen Drahts hatten wir, an einem sehr dünnen Seidenfaden, einen Kupferring aufgehängt, und demselben einen Hufeisenmagnet so genähert, dafs der eine Pol sich innerhalb und der andere aufserhalb des Ringes befand. So wie wir die Enden jenes Drahts mit den beiden Polen der Volta'schen Säule verbanden, wurde der Kupferring abgestofsen oder angezogen vom Magnet, je nach dem der Pol der sich innerhalb des Ringes befand. Diefs bewies, dafs in dem Kupferring elektrische Ströme, durch Einwirkung des im Schliefsdraht der Säule circulirenden Stroms erregt, vorhanden waren.

Die kürzlich von Hrn. Faraday gemachte Entdek-

*) Vergl. diese Ann. Bd. VIII S. 368. P.

kung der Erregung elektrischer Ströme durch Magnetismus, Ströme, welche Hr. Fresnel zwar im Jahr 1820 erhalten, aber durch seine Versuche für nicht hinlänglich erwiesen ansah *), brachte mich natürlich darauf, das von dem berühmten englischen Chemiker gebrauchte Multiplications-Galvanoskop anzuwenden, um die Erregung elektrischer Ströme durch elektrische Ströme auf's Neue zu bestätigen und näher zu erforschen. Die Resultate dieser Untersuchung entsprachen ganz der Erwartung und bewährten die Einerleiheit der Wirkungen eines Schraubendrahts und eines Magnets bis in's Kleinste.

Die Versuche wurden mit einem von Hrn. Simon (Amanuensis für die physikalischen Vorlesungen am Collège de France) erbauten Apparat angestellt. Derselbe hat auch die Erregung elektrischer Ströme in dem Fall, den ich hier beschreiben will, zuerst beobachtet, und gemeinschaftlich mit ihm habe ich die verschiedenen Umstände constatirt.

Das Instrument, dessen wir uns bedienten, ist aus drei schraubenförmigen Drähten zusammengesetzt. Der erste hat die Gestalt eines Galvanoskops oder gewöhnlichen Multiplicators, und wirkt, wie im thermoskopischen Apparat des Hrn. Nobili, auf zwei Magnetnadeln, welche in paralleler, aber umgekehrter Lage von einem sehr dünnen Faden so getragen werden, dafs eine Nadel innerhalb und die andere oberhalb der Windungen schwebt. Der zweite Draht, welcher 0,5 Millimeter dick und mit Seide besponnen ist, macht auf einen hohlen Holzcylinder, in den zu diesem Zweck darauf eingeschnittenen Schraubengängen, hundert Windungen. Die beiden Enden dieses Drahts stehen mit den Enden des Multiplicatordrahts in Verbindung, und zwar so, dafs die Verbindung nach Belieben unterbrochen und wieder hergestellt werden kann. Ich werde diesen Theil des Apparats mit dem Namen: *Cylindre électromoteur* belegen, weil er es

*) S. diese Ann. Bd. 66 S. 410. P.

ist, welcher, wenn ein Magnetstab auf ihn einwirkt, die Magnetnadel des Multiplicators in Bewegung setzt (Kürze halber mag er hier immer *Cylinder* heifsen. *P.*). In meinem Apparat beträgt der innere Durchmesser dieses Cylinders 4 bis 5 Centimeter. Der dritte Draht endlich, der mit der galvanischen Kette verbunden ward, war von Kupfer, 1 Millimeter dick und mit Seide besponnen. Er machte in drei Lagen über einander vierhundert Windungen, die zusammen einen Cylinder von 16 Centimetern Länge und 4 Centimeter im Durchmesser bildeten. Diesen Theil des Apparats werde ich schlechthin *Schraubenstab* (*helice*) nennen.

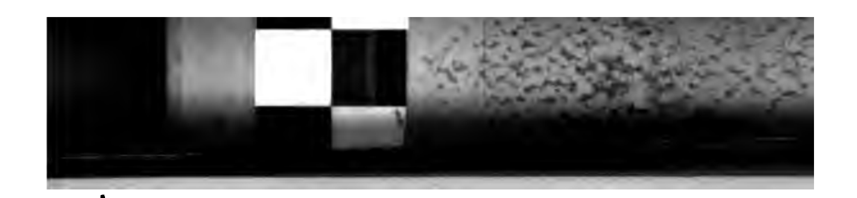
Wir haben uns überzeugt, dafs bei dem Abstande von ungefähr zwei Metern, welchen die Länge der Verbindungsdrähte zwischen dem Multiplicator und dem Cylinder uns erlaubte zwischen dem Multiplicator und dem Schraubenstab zu lassen, der letztere keine merkliche Einwirkung auf die Magnetnadeln des Multiplicators ausübte.

Folgendes sind die Resultate unserer Versuche, als der Schraubenstab mit der galvanischen Kette, und der Multiplicator mit dem Cylinder in Verbindung stand.

1) Jedesmal wenn man den Schraubenstab in den Cylinder brachte, wurde die Nadel des Multiplicators abgelenkt, genau so, wie wenn man in den Cylinder einen Magnetstab gesteckt hätte, dessen Pole mit denen des Schraubenstabs gleiche Lage besäfsen.

2) Diese Ablenkung ist in beiden Fällen gleich vorübergehend; nach einigen Oscillationen kehrt die Magnetnadel zu ihrer früheren Lage zurück.

3) Zieht man den Schraubenstab heraus, so erhält man eine gleiche Ablenkung, aber von entgegengesetzter Richtung als die beim Hineinstecken. Diese Richtung bleibt übrigens dieselbe, zu welchem Ende des Cylinders man auch den Schraubenstab herauszieht, genau wie es mit einem Magnet der Fall ist.



4) Auch diese Wirkung ist nur vorübergehend.

5) Die Richtung des Stroms, welcher von dem Schraubenstab in dem Cylinder erregt wird, ist der des Stroms in diesem Schraubenstab entgegengesetzt, eben so wie der, welcher von dem Magnet erregt wird, dem Strome dieses Magnets in Richtung entgegengesetzt ist, übereinstimmend mit den Versuchen des Hrn. Faraday.

6) Die Wirkungen, welche, nach den mit Herrn Becquerel gemeinschaftlich angestellten und der Academie mitgetheilten Versuchen (S. 613), stattfinden, wenn ein Magnetstab ruckweise in den Cylinder gesteckt, und auf gleiche Art heraus gezogen wird, wodurch sich bei jedem Ruck eine Ablenkung einstellt, in einer Richtung, von dem eintretenden Pol bis zur Mitte des Stabes, und in umgekehrter Richtung, von der Mitte bis zum andern Pol, — diese Wirkungen wiederholen sich mit all denselben Umständen, wenn man statt eines Magnets den Schraubenstab nimmt. In beiden Fällen bemerkt man, dafs, wenn die Mitte des Magneten oder des Schraubenstabs schnell bis zur Mitte des Cylinders hineingesteckt wird, eine Ablenkung entsteht, die gleich ist der Summe aller der, welche bei jedem Ruck eintreten, mit Einschlufs der ersten Ablenkung, welche stattfindet, wenn man blofs das Ende des Schraubenstabs oder des Magnets in die Ebene jenes Cylinders bringt. Diese erste Ablenkung macht indefs von der gesammten Ablenkung, welche bei schnellem Hineinstecken sogleich bis zur Mitte entsteht, einen gröfseren Theil aus, wenn man den Schraubenstab anwendet, als wenn man sich des Magneten bedient, weil in dem Schraubenstab alle elektrischen Ströme von gleicher Intensität sind, während die Intensität der Ströme in dem Magnetstab, wie ich schon vor langer Zeit nachgewiesen habe, in dessen Mitte weit gröfser ist wie an dessen Enden.

7) So lange in der relativen Lage des Schraubenstabs und des Cylinders keine Veränderung eintritt, kann

man die Verbindung zwischen diesem Cylinder und dem Multiplicator unterbrechen und wiederherstellen, ohne dafs irgend eine Wirkung stattfindet, gerade wie wenn der Schraubenstab durch einen Magneten ersetzt ist.

8) Wiewohl man aber, wenn der Magnet oder der Schraubenstab bei unterbrochener Verbindung in den Cylinder gesteckt ist, keine Wirkung bekommt, wenn man darauf die Verbindung wieder herstellt, so stellt sich doch, wenn man nun den Magnet oder den Schraubenstab fortnimmt, sogleich die Wirkung des Herausziehens ein, genau wie im Fall, wo ihr die Wirkung des Hineinsteckens vorangegangen wäre.

9) Bedient man sich, statt des Magneten, eines Schraubenstabs, so kann man, ohne ihn aus dem Cylinder zu ziehen, seine Wirkung abwechselnd vernichten und erneuen, indem man den durch ihn gehenden Strom abwechselnd unterbricht und wieder herstellt, entweder dadurch, dafs man seine Verbindung mit der Säule unterbricht und wieder herstellt, oder dadurch, dafs man die Plattenpaare der Säule abwechselnd aus dem gesäuerten Wasser hebt und wieder hineinstellt. In dem einen wie in dem andern Fall bewirkt die Unterbrechung und die Wiederherstellung des elektrischen Stroms in dem Schraubenstab genau dieselben Resultate, wie das Fortnehmen oder Wiederhinstellen des Schraubenstabs oder des Magneten.

Die Einerleiheit zwischen den Wirkungen eines Magneten und eines Schraubenstabs, welche unter den verschiedenartigsten Umständen bestätigt wird, sowohl von der Erfahrung wie von den Rechnungen, welche, mittelst der alleinig aus Versuchen über elektrische Ströme abgeleiteten Formel für die Wirkung zweier Elemente der elektrischen Ströme, die Wirkung zweier sehr kleinen Magnete oder Magnettheilchen durch denselben Ausdruck geben, welchen man mit Zugrundlegung der alten Hypothese über die Natur der Magneten findet; — diese Einerleiheit bedürfte nicht der neuen Beweise, die aus den obigen

Versuchen hervorgehen, vielmehr reichte sie hin, um die Resultate dieser vorherzusagen; allein dennoch, glaube ich, werden die Physiker nicht mit geringerem Vergnügen diese neue Bestätigung einer Theorie erblicken, die alle magnetischen Phänomene auf die zurückführt, welche von der in Bewegung befindlichen Elektricität hervorgebracht werden.

Ich bediene mich hier dieses Ausdrucks, weil ihn alle Physiker, welche sich mit diesen Phänomenen beschäftigten, gebraucht haben; denn, wie ich mehrmals in meinen Abhandlungen gesagt habe, diese Einerleiheit ist unabhängig von der Vorstellung, welche man sich über die Art des Vorgangs in dem die Säule schliefsenden Draht macht.

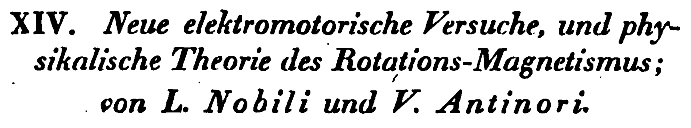
Vergleicht man die Resultate dieser Versuche mit denen des Hrn. Arago über die Wirkung, welche zwischen einem Magnet oder einem elektro-dynamischen Schraubendraht und einer Metallscheibe stattfindet, sobald eine Ortsveränderung unter ihnen eintritt, sey es, weil man den Magnet oder den Schraubendraht in der Nähe der Scheibe oscilliren läfst, oder weil man die Scheibe in Umdrehung versetzt; so sieht man, dafs sie nur eine andere Manifestation einer und derselben allgemeinen Thatsache sind, die nämlich: dafs, bei Annäherung eines Magneten oder Schraubendrahts an einen leitenden Körper, in letzterem durch Einwirkung ein vorübergehender elektrischer Strom von entgegengesetzter Richtung mit dem in dem Magnet oder Schraubendraht vorhandenen erregt wird, und dafs daraus eine Abstofsung zwischen diesen beiden Körpern hervorgeht; dafs dagegen, sobald der Magnet oder Schraubendraht vom leitenden Körper entfernt wird, der im letzteren durch Einflufs gebildete elektrische Strom sich augenblicklich umkehrt, so dafs er alsdann eine gleiche Richtung mit dem im Magneten oder Schraubendraht besitzt, und zwischen beiden Körpern eine Anziehung auftritt.

Wie bekannt, hat Hr. Arago bei den besprochenen

Versuchen drei Wirkungen aufgefunden, nämlich: eine in Richtung der Tangente des Bogens, den der Punkt, von welchem die Wirkung ausgeht, bei seiner Bewegung beschreibt; eine zweite senkrecht auf der Ebene der Scheibe, und eine dritte in Richtung des Radius. Die erstere entspringt, wie leicht ersichtlich, daraus, dafs zwischen dem Magneten oder dem Schraubendraht und den sich ihm nähernden Punkten der Scheibe eine Abstofsung, dagegen zwischen dem Magnet oder dem Schraubendraht und den sich von ihm entfernenden Punkten eine Anziehung stattfindet, und dafs diese beiden Bewegungen gleichmäfsig dahin trachten, den Magnet oder den Schraubendraht mit der Bewegung der Scheibe herumzuführen.

Was die beiden andern Wirkungen betrifft, die senkrecht gegen die Ebene der Scheibe, und die in Richtung eines Radius derselben, so entspringen sie offenbar daraus, dafs die elektrischen Ströme, welche, während die Punkte der Scheibe sich dem Magneten oder Schraubendraht näherten, durch Einflufs gebildet wurden, gleich wie die daraus erfolgende Abstofsung, noch in dem Augenblick vorhanden sind, wo diese Punkte gerade unter den Magnet oder Schraubendraht treten, weil sie sich erst hernach umkehren, und in dem Maafse als sie sich entfernen. Es folgt daraus, dafs alle diese Punkte, welche auf dem correspondirenden Radius der Scheibe liegen, sowohl den Magnet, wie den Schraubendraht abstofsen; daraus entstehen eine Abstofsung in senkrechter Richtung auf der Ebene der Scheibe und eine diesem Radius parallele Kraft, welche nach dem Umfang oder dem Mittelpunkt strebt, je nachdem der Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Scheibe und dem Ende des Magnetstabs oder Schraubendrahts, mehr oder weniger grofs ist.

XIV.



XIV. *Neue elektromotorische Versuche, und physikalische Theorie des Rotations-Magnetismus; von L. Nobili und V. Antinori.*

(Auszug aus der *Antologia di Firenze No.* 134.)

In unserer neulichen Abhandlung *) haben wir die Resultate des Hrn. Faraday bestätigt, erweitert und vielleicht auch berichtigt, indem wir sagten, dafs der Rotationsmagnetismus in den, von dem englischen Physiker aufgefundenen neuen Thatsachen seinen wahren Stützpunkt finde, und die Theorie desselben unserer Meinung nach dadurch so weit gediehen sey, dafs man nicht länger anstehen könne, die physikalischen Grundsätze derselben zu entwickeln. Der gegenwärtige Aufsatz ist bestimmt, diese Lücke auszufüllen. Wir theilen ihn in drei Abschnitte. Im ersten werden wir uns mit der Natur der Erscheinung beschäftigen, und mit den Drähten des Galvanometers in der Hand die verschiedenen Ströme aufsuchen, welche auf der Scheibe des Hrn. Arago im Moment der Rotation entstehen. Nach Auffindung dieser Ströme werden wir im zweiten Abschnitt die schönen Beobachtungen des Entdeckers schnell durchlaufen, und zeigen, wie natürlich sie sich durch die neuen elektromagnetischen Gesetze erklären lassen. Hierauf werden wir im dritten Abschnitte die Ströme des Rotationsmagnetismus mit denen der elektro-dynamischen Spirale des Hrn. Faraday vergleichen, um die Einerleiheit der Ursache, welche beide Klassen von Erscheinungen hervorbringt, in ihr volles Licht zu setzen. Endlich werden wir noch Einiges über die beiden magnetischen Metalle, das Eisen und den Stahl, hinzufügen, um unsere Arbeit

*) Im vorigen Hefte dieser Annalen, S. 473, mitgetheilt. *P.*

mit einer Prüfung der Beobachtungen des Hrn. Haldat zu vervollständigen.

I. Natur des Rotationsmagnetismus.

Wenn eine Scheibe von Kupfer oder einem andern Metall in der Nähe eines Magneten in Umlauf versetzt wird, so entwickeln sich in derselben elektrische Ströme, welche am Galvanometer sichtbar werden. Wir haben diese Ströme schon bei unserer ersten Untersuchung aufgefunden; jetzt aber soll angegeben werden, wie wir sie näher bestimmt, und zu dem Ende die einzelnen Theile der Scheibe genauer als damals untersucht haben.

Zwei kegelförmige Metallstifte wurden durch zwei lange Drähte desselben Metalls mit den Enden eines guten Galvanometers verbunden, und dann auf die zu untersuchende Scheibe gesetzt; der sicheren Verbindung wegen wurden sie etwas gegen die Scheibe gedrückt, jedoch so mäfsig, dafs dadurch keine thermo-elektrischen Ströme entstehen konnten *). Auch waren die mit dem Galvanometer verbundenen Drähte, die der Kürze wegen *Prüfdrähte* (*scandagli*) heifsen mögen, so lang, dafs das Galvanometer hinlänglich von der rotirenden Scheibe entfernt werden konnte, um aufser dem directen Einflufs des Magneten zu stehen.

Es giebt für den Magneten hauptsächlich zwei Stellungen, in denen er über der Scheibe befestigt werden kann, die *centrale*, wo er über dem Mittelpunkt, und die *excentrische*, wo er über irgend einem andern Punkt befindlich ist.

In der *centralen* Stellung, wo also der Magnetstab auf den Mittelpunkt der Scheibe wirkt, führen die Prüfdrähte, wohin man sie auch stellt, keine Spur eines elek-

*) Diese Bemerkung bezieht sich auf die frühere Beobachtungsweise der HH. Verfasser, bei der die Resultate unnöthigerweise durch ein fremdes Element, nämlich durch thermo-elektrische Ströme, verwickelt gemacht waren. Vergl. S. 488 des vorigen Hefts. *P.*

trischen Stroms zum Galvanometer über. Zeigt sich, wie es bisweilen geschieht, eine schwache Ablenkung, so ist sie Folge einer unvollständigen Centrirung, und sie verschwindet, wenn diese gehörig berichtigt wird.

Wenn gleich negativ, ist diese Thatsache recht interessant wegen des Lichts, welches sie über die Natur des Rotationsmagnetismus zu verbreiten anfängt. Sie zeigt nämlich, dafs das Rotiren an sich, sobald die Punkte der Scheibe, wie es in diesem Fall geschieht, immer in gleichem Abstand von dem Magnetpol bleiben, gleichgültig für die Erregung der Faraday'schen Ströme ist, und dafs diese vielmehr nur durch das Nähern und Entfernen des Magnetstabs hervorgerufen werden.

Die *excentrische* Stellung ist in Taf. VI Fig. 1 abgebildet. DD ist die Horizontalprojection der Kupferscheibe, und das Kreischen N die des Magnetstabs, der senkrecht über der Scheibe, in einem gewissen Abstande von deren Mittelpunkt C befindlich ist. Die in Rede stehenden Erscheinungen kehren sich um, sowohl bei Umkehrung der Rotation als bei Umkehrung des Magnetstabs. Um die Ideen zu fixiren, werden wir annehmen, die Scheibe kreise in Richtung des Pfeiles R, und der Magnetstab kehre seinen Nordpol *) der Scheibe zu. Die kleinen Pfeile in dem Kreise N zeigen die Richtung der in dem Magneten vorauszusetzenden Ströme an, wie sie sich aus dem Vergleich mit den elektro-dynamischen Cylindern ergiebt. Kreist die Scheibe in Richtung des Pfeiles R, so sind n, n, n, . . die Punkte, welche nach einander in den Wirkungskreis des Pols N treten, und eben so s, s, s, . . die, welche austreten.

So wie die Rotation beginnt, werden diese Punkte der Sitz elektrischer Ströme, welche sich, mittelst der Prüfdrähte, am Galvanometer versichtbaren lassen, und zwar

*) Unter Nordpol ist nach der gewöhnlichen, auch in Italien üblichen, Benennung derjenige zu verstehen, der sich bei einer freischwebenden Nadel gegen Mitternacht wendet.

so deutlich, dafs die Hauptfrage hiebei: welche Richtung diese Ströme am Orte ihrer Erregung haben, genügend beantwortet wird. Diese Richtung ist an den eintretenden Theilen *n*, *n*, *n* offenbar der entgegengesetzt, welche an den austretenden Theilen *s*, *s*, *s* stattfindet. Untersucht man nämlich zunächst die eintretenden Punkte *A* und *B* (Fig. 1), so zeigt das Galvanometer daselbst einen Strom von der Richtung des Pfeils *AB*; bringt man darauf die Prüfdrähte schnell nach der andern Seite, nach *A' B'*, so weist das Instrument einen Strom von der entgegengesetzten Richtung *B'A'* nach. So verhält es sich an den äufseren Bögen, die der Pol *N* beschreibt. Untersucht man aber so die inneren Bögen *a*, *b* und *a'*, *b'*, so findet man daselbst die Ströme *ab*, *a'b'*, welche nicht nur einander, sondern auch denen ihnen entsprechenden *AB*, *B'A'* entgegengesetzt sind.

Hieraus ergeben sich folgende zwei Schlüsse: 1) *In dem eintretenden Theile entwickelt sich ein System von Strömen, das in Richtung dem an der andern Seite entwickelten entgegengesetzt ist*; 2) *die im eintretenden Theile entwickelten Ströme sind von entgegengesetzter Richtung mit den erzeugenden Strömen* (des Magneten); *die im austretenden Theile erregten aber von gleicher Richtung mit diesen.*

In unserer früheren Schrift haben wir den Faraday'schen Magnetismus als einen *doppelten* bezeichnet, als einen *umgekehrten* im Moment seiner Erzeugung, und als einen *directen* im Moment seines Verschwindens. Diese Ansicht scheint uns richtig, und ohne weiteres auf den Rotationsmagnetismus anwendbar. Und in der That, was sind die eintretenden (*n*, *n*, *n* . .) und austretenden (*s*, *s*, *s* . .) Theile anders als Sitze von Strömen entgegengesetzter Richtung. In *n*, *n*, *n* . . herrscht *Repulsion*, wie wenn die Theile, welche sich dem Nordpol nähern, nordpolarisch geworden wären; in *s*, *s*, *s* . . dagegen Repulsion, wie wenn diese Theile, bei ihre

Entfernung vom Magnet, ihre anfängliche Nordpolarität in Südpolarität umgekehrt hätten.

II. Beobachtung des Hrn. Arago.

»Die Wirkung, welche eine kreisrunde horizontale Metallscheibe, wenn sie sich um ihren Mittelpunkt dreht, auf einen der Pole eines Magneten ausübt, kann in drei Kräfte zerlegt werden: die erste, senkrecht gegen die Scheibe; die zweite, horizontal, und winkelrecht gegen die Verticalebene, welche den Radius enthält, auf den die Projection des Magnetpols fällt; die dritte endlich, parallel dem genannten Radius *).

I. Die erste Kraft ist repulsiv, wie es die Magnetnadeln beweisen, welche man senkrecht über der Scheibe an einem Wagbalken aufhängt, damit sie in dieser Richtung vollkommen beweglich seyen. Man sieht sie alsdann in die Höhe gestoſsen, wie wenn die Scheibe im entgegengesetzten Sinn magnetisirt worden wäre.

Erklärung. Wir haben auf der Scheibe Kräfte, welche die Nadel anziehen, und andere, welche sie abstoſsen. Die anziehenden befinden sich in den Theilen, welche sich aus dem Einfluſs der Magnetnadel entfernen, die abstoſsenden aber in denen, welche sich diesem nähern. Nehmen wir an, daſs in dem Körper die Summe der einen nicht verschieden sey von der Summe der andern, sich aber in Bezug auf die Nadel, auf welche sie wirken, anders vertheilt befinde. Die abstoſsenden Kräfte sind die nächsten, sie verbreiten sich auf der Scheibe bis unter die Nadel selbst, und erhalten daher das Uebergewicht über die entgegengesetzten Kräfte, welche schiefer und aus gröſserer Entfernung wirken. Nur ein Theil der abstoſsenden Kräfte wird von den anziehenden aufgehoben, und der übrigbleibende wirkt auf die Nadel.

Wir wissen nicht, ob Hr. Arago den Versuch, wo

*) *Ann. de chim. et de phys. T. XXXII p.* 218 (diese Annalen, Bd, VII S. 385.)

die verticale Nadel über dem Mittelpunkt hängt, angestellt hat. Wir wissen schon aus dem ersten Paragraphen, dafs bei dieser centralen Stellung keine Erregung von Strömen in der Scheibe stattfindet; es müfste also die Nadel in diesem Falle keine Bewegung zeigen. Und wirklich bleibt sie gänzlich ruhig, wovon wir uns durch einen directen Versuch überzeugt haben, ungeachtet er uns nicht im Mindesten zweifelhaft erschien.

II. Die zweite Componente ist die Tangentialkraft, welche einer horizontalen Nadel die Rotationsbewegung mittheilt.

Erklärung. Gesetzt, der verticale Magnetstab, welcher vorhin in der excentrischen Stellung (Fig. 1 Taf. VI) untersucht wurde, sey um den Rotationsmittelpunkt der Scheibe drehbar. Was wird nun geschehen? Von *s*, *s*, *s*.. wirken anziehende, von *n*, *n*, *n* . . abstofsende Kräfte auf ihn. Bei der Rotation wird er demnach durch das Zusammenwirken zweier unter ihm entwickelten Kraftarten nach der einen Seite hin mit fortgerissen. Der gewöhnliche Fall mit einer horizontalen Nadel bedarf keiner weiteren Erläuterung. Die Wirkung verdoppelt sich, weil jeder der beiden Pole dieselbe Art von Abstofsung erleidet, wie leicht auch ohne Figur begreiflich ist.

III. Die dritte Kraft, welche parallel den Radien der Scheibe wirkt, bringt etwas verwickeltere Erscheinungen hervor. Um sie zu erkennen, bedient man sich am besten einer Inclinationsnadel, vertical über der Scheibe genau so aufgestellt, dafs sie nur der in Rede stehenden Kraft gehorchen kann.

Fig. 2 Taf. VI stellt die Resultate von Versuchen vor, die über verschiedenen Punkten eines und desselben Radius angestellt sind. *DD* ist die Verticalprojection der Scheibe, *C* ihr Mittelpunkt, der auch zugleich der Umdrehungsmittelpunkt ist; sn, $s'n'$, $s''n''$ . . sind die Richtungen, in die sich die Inclinationsnadel stellt.

Ueber dem Mittelpunkt behält die Nadel ihre ursprüngliche Senkrechtheit; dieselbe behält sie auch in einem andern Punkt, der dem Umfang etwas näher liegt als dem Mittelpunkt, wie man in $s''n''$ sieht. Zwischen diesen beiden Gleichgewichtsstellungen wird der untere Pol der Nadel beständig gegen den Mittelpunkt hingezogen, wie es die Schiefe der Linie $s'n'$ andeutet. Jenseits $s''n''$ wird der nämliche Pol immer vom Mittelpunkt abgestoſsen, wie es die entgegengesetzte Neigung der Linie $s'''n'''$ andeutet. Diese Abstoſsung zeigt sich auch noch auſserhalb des Randes der Scheibe.

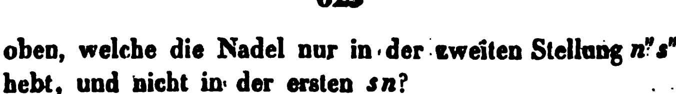
Erklärung. Fangen wir auſserhalb an, und schreiten stufenweis zu dem Mittelpunkt vor. Es sey (Fig. 3 Taf. VI) *DD* die Horizontalprojection der Scheibe und *N* die der Inclinationsnadel, die daselbst vertical aufgestellt ist. Um den Punkt *N* sind, wie wir bereits gesehen, abstoſsende Kräfte vorhanden, welche die Nadel zu heben suchen. Diese Kräfte erstrecken sich bis auf eine gewisse Entfernung; zieht man einen Kreis *nn'en'*, um die Gränze zu bezeichnen, bis wohin die Kräfte sich erstrecken würden, wenn die Scheibe gröſser wäre, so ist leicht zu ersehen, wie die Nadel sich, in Folge der gröſseren Kräfte auf Seite des Mittelpunkts, gegen den Umkreis neigen wird. Auf dieser Seite wirkt nämlich der ganze Halbkreis *nnn* abstoſsend, auf der andern Seite befindet sich aber nur das Stück *nNn'n'n*, zu dem noch das fehlende Stück *n'en'* hinzukommen müſste, wenn es eben so wirksam seyn sollte.

In dem Maaſse als die Magnetnadel mehr nach dem Mittelpunkt der Scheibe rückt, tritt auf der äuſseren Seite eine gröſsere Masse in Wirksamkeit, und wir haben offenbar einen Punkt, wo die Nadel eben so stark nach dem Mittelpunkt wie nach dem Umfang hingestoſsen wird, und folglich, nach keiner Seite hinneigend, vertical bleibt, wie es die $s''n''$, Fig. 2, anzeigt.

Nähert man die Nadel noch mehr dem Mittelpunkt, so beginnt die Repulsivkraft an dieser Seite abzunehmen, nicht, wie gegen den Umfang hin, weil es daselbst an Substanz fehlt, sondern weil die centralen Theile, sobald sie einmal in den Wirkungskreis der Nadel getreten sind, nicht aus demselben entfernt werden können, und deshalb, nach einem Hauptgesetze der Faraday'schen Erscheinunge, aufhören wirksam zu seyn.

Fig. 4 Taf. VI macht das Resultat dieses Falles deutlich. Der Punkt *N* bedeutet, wie gewöhnlich die Projection der Magnetnadel, *nnncn* die Gränze, bis wohin sich seine Wirkung erstreckt, wenn dieser Kreis von Materie ganz aufserhalb des Mittelpunkts *C* fällt. Fällt er aber nicht ganz aufserhalb, so ist klar, dafs die centralen Theile, welche in dem Kreise *c'*, *c'*, *c'* liegen, niemals aus der Gegenwart der Nadel entfernt werden, und dafs es an Repulsivkraft fehlt, um den von Seite der Peripherie her wirkenden Kräften das Gleichgewicht zu halten.

Thun wir jetzt den letzten Schritt und bringen die Nadel über den Mittelpunkt; so sehen wir, dafs nun die gesammte Masse um den Mittelpunkt *C* unthätig ist, während es vorher nur ein Theil derselben war. Die Nadel kehrt daher zum Mittelpunkt zurück und bleibt vertical; aber man mufs diesen Gleichgewichtszustand nicht mit dem in *s''n''*, Fig. 2, verwechseln. Am letzteren Ort entspringt das Gleichgewicht aus der Gleichheit der auf die Nadel *s''n''* wirkenden Kräfte; über dem Mittelpunkt dagegen bleibt die Nadel in Ruhe, weil keine Kräfte auf sie einwirken. Diese Bemerkung ist um so weniger aufser Acht zu lassen, als sie dazu dient, die Ursache aller dieser Erscheinungen noch evidenter zu machen. Und in der That, welch andere Lehre würde wohl je die Senkrechtheit der Nadel in den beiden Stellungen *ns* und *n''s''* (Taf. VI Fig. 2) vereinbaren können mit der andern Thatsache der Abstofsung von unten nach



oben, welche die Nadel nur in der zweiten Stellung $n''s''$ hebt, und nicht in der ersten sn?

III. Vergleich des Rotationsmagnetismus mit den Faraday'schen Strömen.

Die Faraday'schen Ströme unterscheiden sich von den übrigen elektrischen Strömen durch die Eigenthümlichkeit, dafs sie sich umkehren, sogleich nachdem die Ursache, durch welche sie erzeugt wurden, entfernt wird.

In der elektro-dynamischen Spirale durchläuft indefs der Strom eine Windung nach der andern, ohne je den metallischen Weg zu verlassen, worin er eingeschlossen ist; in der Arago'schen Scheibe, als einer continuirlichen Masse, ist es dagegen schwieriger, den Lauf der Ströme anzugeben. Um ihn auszumitteln, haben wir die folgende Vorrichtung gewählt.

ONES, Fig. 5 Taf. VI, ist die Kupferscheibe, deren Rotationsrichtung durch die Pfeile *RR* angedeutet wird. Die kleinen Quadrate N', S' sind die Projectionen der Pole des Hufeisenmagnets, die sich in gleichem Abstande vom Mittelpunkte und auf einem und demselben Radius über der Scheibe befinden. Die Richtung, in welcher sich diese beiden Wirkungsmittelpunkte befinden, wird die Hauptlinie der Erscheinung. Der gröfseren Deutlichkeit halber nehmen wir an, diese Linie falle mit dem Meridian zusammen, wodurch dann der Durchmesser *NS* die Scheibe in zwei Hälften theilt, die östliche *E* rechts, und die westliche *O* linker Hand.

Die Pfeile auf der Hauptlinie und zu beiden Seiten derselben zeigen das Resultat der Untersuchung an. Aus ihnen sieht man, dafs die Osthälfte der Sitz eines Systems von Strömen n, n, n . . . wird, das dem Stromsystem auf der Westhälfte in Richtung entgegengesetzt ist.

Mit Ausnahme weniger Punkte, wo die Anlegung der Prüfdrähte ohne Erfolg bleibt, finden sich an allen übrigen Orten Anzeigen von Strömen in diesem oder je-

nem Sinne, je nach der Richtung, welche man untersucht. Diefs ist ein wichtiges Resultat, weil es nothwendigerweise zu der Folgerung zu führen scheint, dafs alle Ströme auf der Scheibe unter sich in Communication stehen *). Wir haben auf der Figur die Linie punktirt verzeichnet, welche uns den gröfsten Theil der Resultate zu umfassen scheint. Ihre Axe PQ fällt nicht mit der die Pole verbindenden Linie zusammen. Diese streuen zwar die beiden Magnetismen $n n n$ . . . und s, s, s . . . auf die Scheibe aus, setzen aber nicht die Gränzlinie fest, wie auch schon aus der Fig. 1 Taf. VI erhellt, die nach dem Gesetz gezeichnet ist, dafs der umgekehrte Magnetismus dem directen gefolgt ist. Indefs ist es doch schwierig, genau die Form und Lage der Trennungslinie anzugeben. In dem centralen Theile von N' nach S' heben die Ströme durch ihre Richtung und Stärke alle Zweifel, dafs hier der Ort sey, wo sich die beiden Wirbel vereinigen. Weniger klar ist diefs in Bezug der Punkte P und Q; hier bleibt es auch unentschieden, wie sich die äufseren Ströme, welche durch die Pfeile NN', SS bezeichnet sind, mit dem centralen System verbinden.

Hält man einen der Prüfdrähte auf den Mittelpunkt der Scheibe, und untersucht mit dem andern die verschiedenen Punkte des Umfangs, so bekommt man sonderbare Resultate, die, um verstanden zu werden, eine genauere Erörterung verlangen, indem es sich um Ströme handelt, welche sämmtlich von einem Punkt, dem Mittelpunkt, ausgehen, und auf einem ganz anderen Wege, als in Richtung der Radien zum Umfang gelangen. Neben den Punkten X und Y ist das Resultat Null; an allen übrigen Punkten ist es dagegen mehr oder weniger merklich,

*) In dieser Vereinigung, durch welche die Ströme sich gegenseitig verstärken, liegt die natürliche Erklärung der sonderbaren Thatsache, dafs die rotirenden Scheiben fast ihre ganze Kraft verlieren, wenn in Richtung ihrer Radien Einschnitte gemacht werden.

und zwar von entgegengesetzter Art in den beiden Halbkreisen XPY, XQY.

Nach Hrn. Faraday wird die Arago'sche Scheibe der Sitz von Strömen, die vom Mittelpunkt nach dem Umfang fliefsen, in solcher Zahl, dafs man diese Scheibe als eine neue Elektrisirmaschine betrachten kann. Wir haben über diese Idee schon unsere Meinung geäufsert; allein, wenn sie uns schon bei unserer ersten Untersuchung nicht leicht mit der Natur der von Hrn. Faraday entdeckten Ströme vereinbar schien, was sollen wir nun nach unseren neuen Beobachtungen sagen?

Ueber die magnetischen Metalle, Eisen und Stahl.

Unter den verschiedenen Spiralen, welche wir bei Wiederholung des Hauptversuchs von Hrn. Faraday anwandten, waren einige von Eisen, und auch mit diesen liefsen sich nicht allein die Faraday'schen Ströme, sondern auch elektrische Funken erhalten.

Diese Eigenschaft, welche das Eisen mit dem Kupfer und den übrigen nicht magnetischen Metallen theilt, besitzt auch der Stahl, der gehärtete wie der ungehärtete. Um sich davon zu überzeugen, nehme man zwei lange Uhrfedern, eine gehärtete und eine ungehärtete, bilde aus ihnen, nachdem sie mit einem Draht oder Band von Seide umwickelt sind, platte Spiralen, und verbinde deren Enden mit dem Galvanometer. So wie man die Windungen dem Einflufs eines Magnetpols aussetzt, erhält man in beiden Fällen gleich deutliche und starke Ablenkungen in letzterem Instrumente. Es geht hieraus das wichtige Resultat hervor, dafs die Härtung, welche beim gewöhnlichen Magnetismus von so grofsen Einflufs ist, bei Erregung dieser neuen Ströme durchaus keinen ausübt.

Auch Scheiben von Eisen und Stahl verhalten sich nicht abweichend. So wie sie unter dem Einflufs eines Magneten in Rotation versetzt werden, führen sie zu dem

Galvanometer, wenn man sie mit den Prüfdrähten untersucht, unzweideutige Anzeigen von Strömen, die sich auf ihnen in gleicher Art wie auf einer Kupferscheibe entwickeln.

Die Beobachtung des Hrn. Haldat *), dafs Scheiben von Stahl die horizontale Magnetnadel nicht wie Scheiben von weichem Eisen mit herumführen, kann nur darin ihre Erklärung finden, dafs im ersteren durch Einflufs dieser Nadel feste Pole erzeugt wurden, welche aus leicht begreiflichen Gründen die Wirkung des Rotationsmagnetismus vernichten müssen.

XV. *Ueber Elektro-Magnete;*

Die Schnelligkeit, mit welcher weiches Eisen durch den Schliefsdraht der galvanischen Kette in einen kräftigen Magneten verwandelt wird, hat Hrn. Sturgeon (Lehrer der Physik an der Militair-Academie der ostindischen Kompagnie zu Addiscombe) Veranlassung gegeben, den bekannten Faraday'schen Apparat (siehe diese Annal. Bd. 72 Tafel II Fig. 3), worin der Schliefsdraht um einen Magneten kreist, auf folgende nicht unbelehrende Weise abzuändern **).

Man sieht den Apparat in Fig. 6 Taf. VI abgebildet. Er besteht aus dem cylindrischen Stab *aa* von weichem Eisen, der unten von einem Holzfufs in senkrechter Stellung getragen wird, und oben durch die Mitte einer hölzernen Schüssel geht, wo er fest gekittet ist. Der Stab sowohl, wie die Innenseite der Schüssel ist mit Siegellack-Firnifs überzogen. Ein Kupferdraht *cd*, der mehrmals um den Eisenstab gewunden ist, geht mit

*) Diese Annalen, Bd. XIV S. 603.

**) Beschrieben in dem *Phil. Mag. and Annals*, *Vol. XI p.* 194.

seinem oberen Ende *c* durch den Boden der Schüssel, und endet mit dem andern in einem Näpfchen *d*. Ein dicker, seitwärts auf der Schüssel *bb* befestigter Messingdraht dient als Träger für ein zweites Näpfchen *g*, woran, mittelst eines in dessen Boden geschraubten und unten umgebogenen Drahtes *f*, der bewegliche, zum Umherkreisen bestimmte Draht *h* hängt; das untere zugespitzte Ende dieses Drahts reicht in das Quecksilber, mit dem die Schüssel *bb* gefüllt wird, und mufs wie das obere Ende *c* des schraubenförmigen Drahts, welches von unten her das Quecksilber berührt, der innigeren Verbindung wegen zuvor amalgamirt werden. Giefst man dann etwas Quecksilber in die Näpfchen *d* und *g*, und verbindet dieselben durch Drähte mit der galvanischen Kette, so wird der mit dem Draht *dc* umwickelte Eisenstab *aa* ein starker Magnet, um dessen oberen Pol der bewegliche Draht *h* nun fortwährend umherkreist. Die Richtung dieser Rotation hängt bei gegenwärtigem Apparat nur von der Richtung ab, in welcher der Draht *cd* um den Eisenstab *aa* gewunden ist, und nicht von der Richtung des elektrischen Stroms, weil, wenn man die Richtung dieses Stromes umkehrt, d. h. die Näpfchen *d* und *g* auf umgekehrte Weise mit der galvanischen Kette verbindet, auch die Pole des Eisenstabs umgekehrt werden. Will man demnach die Richtung der Rotation umkehren, mufs man entweder den Draht *cd* auf entgegengesetzte Art um den Eisenstab winden, oder die Vorrichtung so abändern, dafs er für sich mit einer galvanischen Kette, das Näpfchen *g* und das Quecksilber in der Schüssel *bb* aber mit einer zweiten Kette verbunden werden kann.

Auf eine ähnliche Weise läfst sich auch ein Stab von weichem Eisen in eine aufserordentlich schnelle Rotation um seine Axe versetzen. Der Apparat, dessen sich Hr. St. zu diesem Zweck bedient, ist demjenigen ähnlich, welchen er bereits im J. 1825 in dem *Phil. Mag. Vol.* 64 *p.* 246 beschrieb. In diesem Apparat, den

man in Fig. 8 Tafel VI abgebildet sieht, ist der Magnetstab *NS* mittelst zwei an seinen Enden befindlichen Spitzen um seine Axe drehbar, und in der Mitte steht er durch einen an ihm befestigten und knieförmig herabgebogenen Draht *qq* in Verbindung mit dem Quecksilber, mit dem ein ihm umgebendes ringförmiges Gefäfs gefüllt ist. Wird dann diefs Quecksilber durch den Draht *Z*, z. B. mit der Zinkplatte, und die in einem Napf sich endende Schraube, welche sich über dem Nordpol des Magnetstabs befindet, durch den Draht C mit der Kupferplatte der galvanischen Kette verbunden, so geräth der Magnetstab in eine Axendrehung, deren Schnelligkeit Hr. St. noch dadurch verstärkt, dafs auf die aus der Figur ersichtliche Weise durch den Draht *C* die Kupferplatte, und durch den Draht *Z'* die Zinkplatte einer zweiten Kette mit dem Magnetstab in Verbindung bringt. Für den gegenwärtigen Zweck ersetzt Hr. St. den Magnetstab durch den in Fig. 7 Taf. VI abgebildeten, oben und unten mit einer Spitze versehenen Cylinder von weichem Eisen, um den ein mit seinen beiden Enden in *aa* festgelötheter und in der Mitte mit einem Häkchen versehener Draht auf die, aus der Figur ersichtliche Weise gewickelt ist. Das Häkchen steht durch den ringförmigen Quecksilberbehälter, in das es eintaucht, mit dem einen Pol, und die obere oder untere Spitze des Stabs mit dem andern Pol der Kette in Verbindung. Es ist gleichgültig, mit welchem der Pole man die Mitte oder die Enden des Stabes verbindet: die Richtung der Rotation hängt auch hier alleinig von der Richtung ab, in Draht um den Eisenstab gewunden ist.

Eine andere Anwendung des weichen Eisens, auf welche unstreitig Hr. Sturgeon zuerst verfallen ist, besteht darin, dasselbe in Hufeisengestalt durch den spiralförmig darumgeschlungenen Schliefsdraht der galvanischen

Kette in einen Magnet zu verwandeln. Diese Vorrichtung, welche besser als alle sonstigen die starke Magnetisirungskraft des Schliefsdrahtes sichtbar macht, findet sich unter vielen andern elektro-magnetischen, besonders auf die Rotationserscheinungen eingerichteten Apparaten bereits von ihm im J. 1825 in den *Transactions of the Society for the Encouragement of Arts* beschrieben und abgebildet *), also drei Jahre früher, als Hr. Prof. Pohl den (1828) in Berlin versammelten Naturforschern einen solchen Hufeisenmagnet vorzeigte, und fünf Jahr eher, als Hr. Prof. Pfaff von einem ähnlichen Magneten, den er im Kabinet der Londner Universität gesehen hatte, im Schweigger'schen Journale (1830), Bd. 58 S. 273, Nachricht gab. Alle diese Magnete waren indefs verhältnifsmäfsig nur schwach, denn die Tragkraft derselben ging, selbst bei den stärksten, nicht über 10 Pfund.

Die ersten Elektro-Magnete (wie Hr. St. die nur unter dem Einflufs der geschlossenen Kette wirksamen Magnete aus weichem Eisen nennt) von gröfserer Kraft, brachte i. J. 1828. Hr. Prof. Moll in Utrecht zu Stande **). Ein runder, hufeisenförmig gebogener Stab von weichem Eisen, fünf Pfund wiegend, den er 83 Mal mit $\frac{1}{8}$ Zoll dikken Kupferdraht umwickelte, und darauf mit einer einfachen Zink-Kupfer-Kette von 11 Quadratfufs Fläche in Verbindung gesetzt hatte, trug mittelst des $\frac{5}{4}$ Pfund schweren und gleichfalls hufeisenförmigen Ankers, sogleich nach der Schliefsung, 50 Pfund, und einige Zeit darauf sogar 75 Pfund (38 Kilogrammen). Durch Vergröfserung der Kette bis zu 17 Quadratfufs Oberfläche, oder durch Anwendung eines Offerhaus'schen Apparats ***) nahm die Kraft dieses Magneten nicht zu; auch war es einerlei, ob

*) Ein Auszug von dieser Abhandlung findet sich in den *Annals of Philosoph. New Series* (1826), *Vol. XII p.* 357.

**) Brewster's *Journal of Science, New Series, Vol. III p.* 209.

***) Diese Annalen, Bd. 69 S. 198.

der um das Hufeisen gewickelte Draht aus Kupfer oder Messing bestand; dagegen zeigte ein zweites ganz ähnliches Hufeisen, das jedoch zuvor mit Seide überzogen worden war, dafs Eisendraht (von $\frac{3}{16}$ Zoll Durchmesser) die Wirkung verstärkte, denn bei Umwicklung mit diesem Draht trug dasselbe 86 Pfund.

Aufgemuntert durch diesen Erfolg liefs Hr. Professor Moll nun ein Hufeisen von $12\frac{1}{2}$ engl. Zoll Länge und $2\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser verfertigen, das ohne den Anker 26, und mit demselben 30 Pfund wog. Als dieses 44 Mal mit $\frac{1}{8}$ Zoll dicken Messingdraht spiralförmig umwickelt und darauf mit dem obigen Tragapparat von 11 Quadratfufs Fläche verbunden ward, trug es 135 Pfund (67 Kilogrammen), ja als es später mit Seide überzogen, und, statt der Messingspirale, mit einer Eisenspirale umgeben ward, stieg seine Tragkraft bis auf 154 Pfund.

Diefs war wohl zu seiner Zeit der stärkste Hufeisenmagnet dieser Art; bei weitem übertroffen wird er jedoch von dem, dessen Hr. Sturgeon bei Gelegenheit der vorhin beschriebenen Rotationsapparate erwähnt. Diefs Hufeisen ist aus einer 16 Pfund schweren quadratischen Stange weichen Eisens von $1\frac{1}{2}$ Zoll Seite verfertigt, so dafs die inneren Flächen der Pole $1\frac{1}{4}$ Zoll von einander stehen. Zwanzig Kupferdrähte, jeder von 50 Fufs Länge, sind über einander um diefs Hufeisen gewickelt, und zwar so, dafs jeder eine Lage für sich bildet, und mit der galvanischen Kette verbunden werden kann. Die Drahtlagen sind von einander und von dem Hufeisen durch Seide getrennt, und von dem letzteren ist die äufserste oder zwanzigste Lage einen halben Zoll entfernt.

Bei Verbindung dieser Vorrichtung mit einer kleinen cylindrischen Batterie von 150 Quadratzoll totaler Fläche ergaben sich nun folgende Resultate. Wurde die Kette blofs durch den innersten Draht geschlossen, so trug das Hufeisen 100 Pfund, geschah es durch die

vier

vier innersten, gar 250 Pfund. Bei jedem hinzugekommenen Draht stieg die Tragkraft, bis sie beim zwölften ihr Maximum von *vier hundert* Pfund erreichte. Die Mitwirkung der übrigen acht Drähte verstärkte die Kraft nicht mehr, und sie waren also überflüssig; indefs erregten doch die drei äufsersten Drähte, ohne die siebzehn inneren, eine Tragkraft von 75 Pfund. Eine stärkere galvanische Kette erhöhte die Kraft dieses Magneten nicht, dagegen zeigte sich, dafs Alles von der Güte der Flüssigkeit in der Kette abhänge. Als sehr zweckmäfsig wurde ein Gemenge von 1 Salpetersäure und 6 Wasser gefunden.

Hr. Sturgeon hat bei diesem Magneten, wie Prof. Moll bei den seinigen, die Bemerkung gemacht, dafs das weiche Eisen noch nach aufgehobener Schliefsung der Kette einen sehr beträchtlichen Grad von Magnetismus zurückbehält, vor Allen, wenn der Anker daran bleibt, wo sich dann noch eine ganz bedeutende Last anhängen läfst (der Magnet, der im Maximo 75 Pfund trug, konnte sogleich nach aufgehobener Schliefsung noch 20 Pfund tragen). Hr. St. fand überdiefs, dafs sich dieser Rückstand von Magnetismus durch oftmalige Umkehrung der Pole des galvanischen Apparats nicht fortnehmen lasse, wohl aber bald durch Abziehen des Ankers.

Einen noch kräftigeren Hufeisenmagnet hat Herr Marsh aus Woolwich der Royal Institution in London vorgelegt. Nach Hrn. Sturgeon's eigener Angabe, würde derselbe 560 Pfund zu tragen im Stande seyn *).

Die riesenmäfsigsten Magnete dieser Art sind aber wohl bis jetzt, wenn man der Nachricht in Silliman's Journ. Vol. XX p. 209 ganz trauen darf, von Herrn Henry, Professor an der Albany Academie in den ver-

*) In den *Phil. Mag. and Annals, Vol. XI p.* 301, wird, unter den Verhandlungen der Royal Institution, die Tragkraft dieses Magneten nur zu 300 bis 400 Pfund angegeben.

einigten Staaten, und dem Dr. Ten Eyck dargestellt worden.

Nach mehreren Versuchen in kleinerem Maafsstabe, nahmen sie einen quadratischen, an den Kanten abgerundeten und in Hufeisenform gebogenen Stab von weichem Eisen, zwei Zoll in Seite und zwanzig Zoll lang, und umwanden ihn mit neun Kupferdrähten, jeden von sechszig Fufs. Die Windungen lagen nicht über, sondern neben einander, und jeder Draht bedeckte auf diese Weise ein Stück des Stabs von der Länge eines Zolls. Die Drähte standen nicht in unmittelbarer Verbindung unter sich, sondern waren sämmtlich mit einem ihrer Enden an einen hohlen Kupfercylinder gelöthet, und mit dem andern an einen kleinen Zinkcylinder von nur zwei Fünftel-Quadratfufs Oberfläche. Als diese Cylinder in einander gesteckt, in verdünnte Säure getaucht wurden, trug das Hufeisen, mittelst eines Ankers, eine Last von 650 Pfund, ein, in Betracht der Kleinheit der angewandten galvanischen Kette, wahrhaft erstaunliches Resultat. Mit einer kräftigeren Kette liefs sich die Tragkraft noch bis 750 Pfund verstärken, und diefs schien das Maximum zu seyn, welches mit dem angewandten Stab zu erreichen war.

Als die Drähte mit einander verbunden wurden, so dafs sie eine 540 Fufs lange zusammenhängende Spirale bildeten, trug das Hufeisen nicht mehr als 145 Pfund.

Späterhin haben die HH. Henry und Ten Eyck einen noch mächtigeren Magnet in Stande gebracht, gegen den in der That alle andere bisher verfertigten nur als Zwerge erscheinen müssen. Das Hufeisen wog 60 Pfd., und war, auf ähnliche Weise, wie das vorhin genannte, von 26 mit Baumwolle besponnenen Kupferdrähten von 31 Fufs Länge umgeben. Achtzehn Zoll von den Enden eines jeden Drahts blieben frei, so dafs also nur 28 Fufs zu den Windungen benutzt wurden, die demnach insgesammt eine Länge von 728 Fufs hatten. Die Windun-

gen eines jeden Drahts bedeckten etwa die Strecke eines Zolls; die um die Mitte des Hufeisens bildeten drei Lagen über einander, und die an den Polen sechs. Mit einer galvanischen Kette von $4\frac{1}{4}$ Quadratfuſs verbunden, trug dieses Hufeisen das ungeheure Gewicht von *zweitausend und dreiundsechszig* Pfund, und es wäre selbst möglich, daſs sich seine Tragkraft noch weiter verstärken lieſse, da es nicht versucht wurde, dasselbe mit einer wirksameren Kette zu verbinden. Ein Stück weichen Eisens wurde durch diesen Magnet so stark magnetisirt, daſs es eine Last von 155 Pfund trug. Bei Vertauschung der Pole der Kette, wenn sie nur sehr rasch bewirkt wurde, fiel der Anker, der mit angehängten Gewichten 89 Pfund wog, nicht von diesem Magneten ab.

Hr. Ten Eyck versuchte auch noch, wie weit sich die Tragkraft eines Elektro-Magneten in Bezug auf sein eignes Gewicht verstärken lasse. Es gelang ihm einen cylindrischen U-förmig gebogenen Eisenstab, einen Zoll lang und $\frac{6}{10}$ Zoll im Durchmesser, durch eine cylindrische Batterie so zu magnetisiren, daſs er das 420fache seines eigenen Gewichts trug. Er bemerkt hiebei, dieser Magnet sey selbst stärker als der, den der groſse Newton in einem Ringe bei sich getragen habe, da derselbe 3 Gran wog, und angeblich 746 Gran, also nur das 250fache seines eigenen Gewichtes trug.

Auch Hr. Prof. Moll beschlieſst seinen Aufsatz mit einer Aufzählung der Magnete, natürlichen wie künstlichen, welche wegen ihrer groſsen Stärke bekannt geworden sind.

Unter den natürlichen Magneten nimmt der im Teyler'schen Museum, wenn man bloſs die absolute Gröſse der Tragkraft berücksichtigt, wohl den obersten Rang ein. Für gewöhnlich trägt er 150 Pfund; allein der Anker und die Schale, worin die Gewichte stehen, mögen wohl auch noch 50 Pfund wiegen, so daſs die gesammte Last, die von ihm getragen wird, 200 Pfund beträgt.

Van Marum behauptet, dafs er noch 50 Pfund mehr zu tragen vermöchte.

Der nächstfolgende ist der, welchen ein Kaiser von China dem König Joao V. von Portugal schenkte *); er trägt 200 Pfund.

Unter den künstlichen Magneten, die Prof. Moll anführt, ist der hufeisenförmige, den ein Dr. Keil, oder Keilius, ein Deutscher, besessen haben soll, der gröfste, er trug 250 Pfund **). Indefs sprechen die HH. Henry und Ten Eyck von einem Magnet, Hrn. Peal gehörend, der 53 Pfund wiegen und 310 Pfund tragen soll.

XVI. *Ueber eine neue Eigenschaft der Sonnenwärme;*
von Hrn. Melloni.

(Ein in den *Ann. de chim. et de phys.*, *T. XLVIII p.* 385, mitgetheiltes Schreiben desselben an Hrn. Arago.)

Die Untersuchungen, welche ich seit einiger Zeit über den Durchgang der strahlenden Wärme durch durchsichtige Mittel anstellte, haben mich zu recht sonderbaren Resultaten geführt. Zunächst habe ich die merkwürdige Thatsache, welche Hr. Nobili und ich die Ehre hatten bei Ihnen in der Sternwarte zu wiederholen, zur Evidenz gebracht, die nämlich, *dafs die Durchsichtigkeit nicht die einzige Eigenschaft ist, welche ein Körper haben mufs, um Wärmestrahlen durchzulassen.* Es ist dazu noch ein anderes stärkeres Element erforderlich,

*) Von diesem Magnet und Dalla Bella's Versuchen mit demselben war bereits in diesen Annalen, Bd. XV S. 83, die Rede.

**) Wie viel die ungeheueren Knight'schen Magnetstäbe eigentlich getragen haben, sucht man in dieser Aufstellung, wie an vielen andern Orten, vergeblich. *P.*

nämlich die *Brechkraft*, wie ich wenigstens für die Flüssigkeiten gefunden zu haben glaube. Ich habe zwanzig und einige Flüssigkeiten mit einander verglichen und nach dem Grade ihrer Durchdringbarkeit für Wärmestrahlen geordnet; *diese Ordnung ändert sich keineswegs mit der Temperatur der Wärmequelle.* Chlorschwefel (für Licht die wenigst, für Wärmestrahlen die stärkstleitende Flüssigkeit, welche ich untersucht habe), verglichen mit Olivenöl und Wasser, stellt sich in der Reihe immer oben, so wie das Wasser beständig unten, man mag diese drei Flüssigkeiten gegen ein Kerzenlicht, gegen die Flamme einer Argand'schen Lampe oder gegen die Sonnenstrahlen halten. *Dennoch sind die Unterschiede in der Durchdringbarkeit desto geringer, je höher die Temperatur der Wärmequelle ist.* Ich werde indefs nicht in die Einzelheiten der Versuche eingehen, aus welchen diese Gesetze entspringen, denn sie bilden den Gegenstand einer Abhandlung, welche ich bald die Ehre haben werde der Academie zu überreichen. Der Zweck dieses Briefes ist, Ihnen eine Entdeckung mitzutheilen, welche ich in den heitern Tagen der jüngsten Zeit gemacht habe, und die mir die ganze Beachtung der Physiker zu verdienen scheint.

Herschel, Englefield, Bérard und neuerlich Seebeck haben die Vertheilung der Wärme im Sonnenspectrum mit vieler Sorgfalt studirt. Alle diese Experimentatoren kommen darin überein: 1) dafs die Wärme anfängt sich in den violetten Strahlen zu zeigen, und nicht in dem ihnen vorangehenden dunkeln Raum; 2) dafs die Temperatur stufenweis zunimmt, bis zu einer gewissen gegen die rothen Strahlen hin liegenden Zone; 3) dafs von dieser Zone ab nach dem jenseits der rothen Strahlen liegenden dunkeln Raume hin sich auch noch sehr merkliche Wärme findet, die aber allmälig abnimmt und in einem gewissen Abstande ganz verschwindet.

Was die genaue Lage der Zone betrifft, wo das Maximum der Wärme stattfindet, so sind darüber die

Meinungen getheilt. Herschel und Englefield setzen sie in den dunkeln Raum, ganz nahe dem Roth; Bérard und andere Physiker aber in das Roth selbst. Die schönen Versuche von Seebeck zeigen, dafs diese beiden Meinungen richtig sind, denn der Ort des Maximums der Wärme ändert sich mit der Natur der Substanz, aus welcher das Prisma besteht. Die gröfste Wärme findet in dem dunkeln Raum statt, sobald das Prisma von Flintglas ist; sie liegt in dem Roth, wenn es von Kronglas ist, und ganz nahe beim Gelb, wenn man ein Wasserprisma anwendet. Lassen wir einstweilen diese Ortsveränderungen bei Seite, und nehmen das vom Kronglas-Prisma gegebene Spectrum.

Zur gröfseren Bestimmtheit nehmen wir die Kanten des Prismas als horizontal an, den brechenden Winkel nach oben gekehrt, und in einer gewissen Entfernung eine gegen die mittlere Richtung der gebrochenen Strahlen senkrechte Ebene zur Auffangung des Spectrums aufgestellt. So werden wir das Wärme-Maximum im Roth haben, die Farben des Spectrums im oberen, und den dunkeln Wärme-Raum im unteren Theil.

Da die Temperaturen nach beiden Seiten hin vom Roth regelmäfsig abnehmen, so ist klar, dafs, wenn man von dieser Linie der gröfsten Wärme hinunter geht, man zunächst in dem unteren dunkeln Raum eine horizontale Linie antrifft, deren Temperatur der des Orangen, der ersten Farbe oberhalb des Roths, gleich ist, darauf eine zweite Linie, wo die Temperatur der gleich ist, die in der gelben, oberhalb des Orange liegenden Zone herrscht, und so fort, so dafs man in dem unteren Raum sechs Linien oder Zonen bestimmen kann, die *isotherm* sind mit den sechs Farben oberhalb des Roths. Auf jedes zusammengehörige Paar, d. h. auf jede Farbenzone und seine Isotherme im dunkeln Raum, fallen ähnliche Strahlen von gleicher Beschaffenheit, weil man sie, mit allen bisher gekannten thermometrischen Mitteln gemessen, ge-

nau von gleicher Stärke antrifft. *Dennoch sind diese so ähnlich scheinenden Strahlen in ihren Eigenschaften verschieden.*

Ich nehme ein Metallgefäfs voll Wasser, und unten versehen mit einem hervorspringenden Rahmen, dessen zwei grofse Seitenöffnungen durch sehr dünne und sehr durchsichtige Gläser verschlossen sind. Dadurch habe ich eine Wasserschicht von etwa einer Linie Dicke. Die Reinheit des Wassers und der Gläser, die Ebenheit der Glasflächen und der Parallelismus der Wasserschichten verhindern jede Veränderung der Lichtstrahlen, so dafs man die Gegenstände, welche man durch den Rahmen betrachtet, hinsichtlich ihrer Lage, Deutlichkeit und Färbung, in gleichen Verhältnissen erblickt. Der Rahmen hat in Bezug auf das Gefäfs eine solche Richtung, dafs wenn man dieses dicht am Prisma befestigt, man die gebrochenen Strahlen senkrecht gegen ihre mittlere Richtung auffangen kann.

Hiemit läfst sich nun Folgendes beobachten. Man nimmt zunächst die Temperatur der violetten Strahlen mit einem guten Thermoskop, vor und nach ihrem Durchgange durch das Wasser; man wird in beiden Fällen beinahe dasselbe Resultat erhalten *). *Die Wärmestrahlen, welche im Violett vorwalten, gehen also ohne merklichen Verlust durch das Wasser.* Dagegen zeigt das Thermoscop in der mit dem Violett isothermen Zone, nach dem Durchgang durch das Wasser, keine Temperaturerhöhung. *Alle Wärmestrahlen der mit dem Vio-*

*) Bei meinen Versuchen bediene ich mich eines Thermo-Multiplicators, dessen Säule aus zwanzig Elementen besteht, und zwar in gerader Linie liegend, damit man die gesammte Wärme einer jeden Wärmezone des Spectrums auffangen kann; ich erhielt mit dem Galvanometer in dem Abstande von einem Meter eine Ablenkung von mehreren Graden, selbst in dem Violett, das eine zwanzig bis dreifsig Mal geringere Temperatur als das Violett besitzt. (S. d. Ann. Bd. XX (96) S. 245.)

lett isothermen Zone werden also vom Wasser aufgefangen. Nehmen wir jetzt die indigfarbene Zone und ihre Isotherme. Man findet auch hier, dafs Wärmestrahlen von dieser Farbenzone durch das Wasser gehen, aber nicht *sämmtliche*, denn das Thermoskop zeigt nach der Zwischensetzung des Rahmens eine etwas geringere Temperatur als zuvor an. Experimentirt man andererseits mit der entsprechenden Isotherme, so gewahrt man, *dafs alle ihre Strahlen nicht vollständig aufgefangen werden*, wie im vorhergehenden Fall, sondern dafs eine kleine Menge sich einen Weg durch das Wasser bahnt. Diese Phänomene wiederholen sich auch beim Blau, Grün, Gelb, Orange und ihren isothermen Zonen. *Indefs wachsen die Wärmemengen, welche in den Farbenzonen aufgefangen und in den dunkeln Zonen durchgelassen werden, proportional mit der jedem Paare eigenthümlichen Temperatur, nach Maafsgabe, als ihre Abstände vom Maximum geringer werden.* Beim Roth findet man, dafs die Wärmestrahlen beim Durchgange durch das Wasser *eine verhältnifsmäfsig gröfsere Schwächung erleiden, als die jeder anderen Farbenzone.*

Man kann diese Thatsachen auch noch auf eine andere Weise ausdrücken, welche den Vorzug hat, dafs man dabei nicht den Ort des Maximums genau zu kennen braucht. Die zu den dunkeln Zonen gehörigen Wärmemengen, welche vom Wasser durchgelassen werden, nehmen nämlich zu, so wie man sich dem oberen Theile nähert; sie nehmen also ab, so wie man hinabgeht, genau wie es bei den Wärmestrahlen der Farbenzonen der Fall ist. Selbst das Maximum ist diesem Gesetz der Abnahme nach unten unterworfen, denn sein Verlust ist stärker als der des Orangen, und schwächer als der der ihm unmittelbar folgenden dunkeln Zone. Geht man also vom oberen Ende des Wärmespectrums, wo sich die brechbarsten Strahlen befinden, nach unten, so trifft man in den successiven Zonen, farbigen wie dunkeln, Wär-

mestrahlen, welche die Eigenschaft haben, proportional ihrer Intensität und in wachsender Menge, nach Maafsgabe, wie man sich mehr der untern Gränze nähert, vom Wasser aufgefangen zu werden. Oder mit anderen Worten, die *Wärmestrahlen des Sonnenspectrums erleiden beim Durchgange durch Wasser einen desto gröfseren Verlust, je geringer ihre Brechbarkeit ist.* Die ersten Strahlen gehen in grofser Menge durch, die letzteren werden fast ganz aufgefangen.

In der folgenden Tafel gebe ich Ihnen die Beobachtungen und die Versuche berechnet in Hundertel.

Zonen des Wärmespectrums der Sonne.	Temperatur oder Grade des Thermomultiplicators. Vor der	Nach der Zwischenstellung des Wassers.	Unterschiede.	Verlüste in Hundertel der ursprünglich. Temperaturen.
Violett	2	2	0	0,00
Indigo	5	4,5	0,5	0,10
Blau	9	8	1	0,11
Grün	12	10	2	0,17
Gelb	25	20	5	0,20
Orange	29	21	8	0,27
Roth	32	20	12	0,37
Erste dunkle Zone	29	14	15	0,52
Zweite - -	25	9	16	0,64
Dritte - -	12	3	9	0,75
Vierte - -	9	1	8	0,88
Fünfte - -	5	0,5	4,5	0,90
Sechste - -	2	0	2	1,00

Um die Verlüste in Bezug auf die ursprünglichen Temperaturen zu erhalten, habe ich die Zahlen der dritten Kolumne, d. h. den Unterschied zwischen den correspondirenden Zahlen der beiden ersten Kolumnen, dividirt durch die Zahlen der ersten Kolumne. Auf diese Weise erhält man zwar kein genaues Resultat, da man weifs, dafs in dem Thermo-Multiplicator die Tempera-

turen, welche die ablenkenden Kräfte erzeugen, schneller wachsen als die Grade, erstlich weil der Erdmagnetismus die Magnetnadeln mit einer der Ablenkung proportionalen Kraft in die Gleichgewichtslage zurückzuführen trachtet, und zweitens, weil die Wirkung der thermo-elektrischen Ströme auf dieselben Nadeln mit deren Entfernung von der Mittellinie abnimmt; allein bei kleinen Ablenkungen, wie die bei meinen Versuchen, entfernt sich das Verhältnifs der Grade zu den Kräften nicht viel von der Wahrheit.

Ueberdiefs ist es leicht sich zu überzeugen, dafs bei Bogen von zwanzig bis dreifsig Graden, selbst in der Annahme einer sehr merklichen Abweichung, die Natur der wachsenden Progression der Verlüste keineswegs verändert wird.

In der That, nehmen wir an, dafs für die ersten 15 Bogengraden ein Grad in der Ablenkung der Nadel durch eine Wärmeeinheit verursacht sey, dafs zu einer gleichen Ablenkung in dem Bogen zwischen 15° bis 25° zwei Wärmeeinheiten erforderlich seyen, dafs es zu derselben Wirkung in den Bogen zwischen 25° und 30° drei Wärmeeinheiten bedürfe, so wie vier Wärmeeinheiten in dem Bogen zwischen 30° und 32°, und berechnen in diesen Annahmen die Temperaturen der Strahlen vor und nach ihrem Durchgang durch das Wasser, ihre Unterschiede und ihre Verlüste, so erhält man folgende Resultate:

Zone des Wärmespectrums.	Temperaturen vor der Zwischensetzung des Wassers	Temperaturen nach der Zwischensetzung des Wassers	Unterschiede.	Verluste in Hundertel der ursprünglich. Temperatur.
Violett	2	2	0	0,00
Indig	5	4,5	0,5	0,10
Blau	9	8	1	0,11
Grün	12	10	2	0,17
Gelb	35	25	10	0,28
Orange	47	27	20	0,42
Roth	58	25	33	0,57
Erste dunkle Zone	47	14	33	0,70
Zweite - -	35	9	26	0,74
Dritte - -	12	3	9	0,75
Vierte - -	9	1	8	0,88
Fünfte - -	5	0,5	4,5	0,90
Sechste - -	2	0	2	1,00

Aus dieser Tafel sieht man wohl, dafs die Verlüste in den starken Ablenkungen etwas von den vorhergehenden abweichen; allein dafs sie dennoch immer vom Violett bis zur letzten dunkeln Zone *wachsen*, und diefs reicht hin, um unsere Behauptung zu rechtfertigen, dafs die Strahlen des Wärmespectrums beim Durchgange durch das Wasser einen Verlust erleiden, der zunimmt in dem Maafse, als ihre Brechbarkeit abnimmt, bis zu dem Grade, dafs die brechbarsten Strahlen gänzlich durchgelassen, und die wenigst brechbaren gänzlich aufgefangen werden vom Wasser.

Seebeck's Resultate bestätigen diefs Gesetz in einer auffallenden Weise für die letzten Zonen des leuchtenden Theils des Spectrums. Dieser Physiker hat gefunden, wie ich vorhin sagte, dafs das Maximum der Wärme bei Anwendung eines Wasserprismas vom Roth in's Gelbe versetzt wird. Die Wärmestrahlen des Roth und des Orange, welche vor der Einführung in's Wasserprisma in den Sonnenstrahlen vorhanden waren, erleiden also eine verhältnifsmäfsig gröfsere Schwächung, als die des Gelb; denn es ist wohl erwiesen, dafs wenn die

Verlüste nur proportional wären der Intensität eines jeden Wärmestrahls, die gegenseitigen Verhältnisse der in den einzelnen Farben herrschenden Temperaturen unverändert blieben und das Maximum seinen Ort nicht wechselte.

Erlauben Sie mir mein Herr noch diese beiden Bemerkungen:

Die Lichtstrahlen des Spectrums sind in drei Stükken verschieden von einander, nämlich in der *Brechbarkeit*, in der *Helligkeit* oder *Intensität*, und in der *Farbe*. Zwei dieser unterscheidenden Kennzeichen, Brechbarkeit und Helligkeit, finden sich auch bei den Wärmestrahlen der Sonne, und sind seit langer Zeit bekannt. Die neue Eigenschaft, welche ich Ihnen so eben mittheilte, scheint, mir für den Wärmestoff gewissermafsen das zu seyn was die Farbe für das Licht ist.

Diese Eigenschaft führt zu der für die Theorie sehr wichtigen Folgerung, dafs die Lichtstrahlen, welche die prismatischen Farben ausmachen, ohne merkliche Veränderung ihrer gegenseitigen Intensitätsverhältnisse durch Wasser und andere durchsichtige Mittel gehen. Ganz anders verhält es sich mit den sie begleitenden Wärmestrahlen. Wärme und Licht stammen also von zwei verschiedenen Agentien her; oder, wenn sie von demselben Agens erzeugt werden, können sie wenigstens nur aus zwei *wesentlich verschiedenen* Abänderungen seiner Daseynsweise erfolgen.

Ich bin u. s. w.

Dôle, 5. März 1832.

Wärmespectrum eines Kronglas-Prisma, dessen Winkel nach oben gekehrt ist; oder Vertheilung der Temperatur in diesem Spectrum, wenn die Strahlen auf eine senkrechte Tafel fallen.

Violett, schwächste Temperatur

Indigo	Temperatur nach unten hin steigend
Blau	
Grün	

Gelb Orange	} Temperatur nach unten hin steigend				
Roth	. . Wärmemaximum				
Erste dunkle Zone	—	Isotherme	des	Orange	
Zweite	-	-	—	-	- Gelb
Dritte	-	-	—	-	- Grün
Vierte	-	-	—	-	- Blau
Fünfte	-	-	—	-	- Indig
Sechste	-	-	—	-	- Violett.

XVII. *Apparat zum Filtriren in höherer Temperatur;*
von K. Marchand in Berlin.

Schon seit längerer Zeit mit Operationen beschäftigt, welche Filtrationen in höherer Temperatur erfordern, empfand ich den Mangel eines Apparates, welcher die schnelle Abkühlung der Flüssigkeit hinderte, wodurch Arbeiten, wenn auch nicht gänzlich mifslangen, doch bedeutend aufgehalten wurden. Ohne Zweifel haben schon andere Experimentatoren diesen Mangel gefühlt, ohne jedoch demselben so viel Aufmerksamkeit zu schenken, dafs sie darauf hätten denken sollen, demselben abzuhelfen. Der Apparat, welchen ich vorschlage, ist sehr einfach, und kann ohne grofsen Kostenaufwand leicht angefertigt werden. — Es ist Taf. V Fig. 16 *a* ein cylindrisches Gefäfs von Messing oder Blech, welches jedoch, um das Rosten zu verhüten, lackirt seyn mufs. Es darf dasselbe nur sehr dünn seyn, damit es schnell eine höhere Temperatur annehmen kann. In dem Boden dieses Gefäfses befindet sich ein rundes Loch, welches mit einem Korke *c* genau verschlossen werden kann. Dieser Kork ist durch-

bohrt, so dafs der Trichter, dessen man sich beim Filtriren bedienen will, luftdicht hineinpafst. Es versteht sich, dafs man zu verschiedenen Trichtern sich auch verschiedener Korke bedienen mufs. Um den Trichter *g* festzustellen und vor dem Umfallen zu schützen, wird an dem Messingstabe *d*, welcher in der Entfernung von ungefähr einem Zolle von dem Gefäfse *a* an demselben angelöthet ist, der gebogene Arm *e* angebracht, welcher an *d* herunter- und heraufbewegt werden kann, und vermittelst der Schraube *h* festgestellt wird. Die Biegung des Armes *e* mufs so seyn, dafs derselbe zu jeder erforderlichen Tiefe hinabgelassen werden kann, ohne dafs er auf den Cylinder *a* aufstöfst, oder dafs *h* die oberste Löthung von *d* berührt. Der Ring *k*, in welchem der Arm *e* ausläuft, mufs so grofs seyn, dafs derselbe bei den gröfsten Trichtern, welche man anzuwenden pflegt, ungefähr bis in die Mitte derselben hinaufreicht. Bei kleineren Trichtern würde er natürlich höher hinaufgehen, was jedoch ohne nachtheiligen Einflufs ist. Auf der andern Seite von *a* befindet sich eine zweite Messingstange, welche unmittelbar an *a* angelöthet ist, oben mit einem Häkchen versehen, an welches man ein Thermometer anhängen kann, um stets den Stand der Temperatur beobachten und reguliren zu können. Wenn das Wasser, welches den Trichter umgiebt, erkaltet ist, so wird es durch den Hahn *b* abgelassen, und es wird neues, heifses Wasser hinzugegossen. Man kann auch das abfliefsende Wasser auf die Weise ersetzen, dafs man es aus einem zweiten Gefäfs, in welchem es vermittelst einer Lampe im Kochen erhalten wird, durch einen Hahn hinzufliefsen läfst, wobei man den Vortheil hat, dafs man das Hinzufliefsen dadurch, dafs man den Hahn mehr oder weniger öffnet, so einrichten kann, dafs sich der Wasserstand in *a* nicht ändert. Wenn der Apparat gebraucht werden soll, so wird er auf einen Dreifufs gesetzt, welcher auch unmittelbar an demselben angebracht werden

[redacted]

kann. Wenn der Apparat die Höhe von 7 bis 8 Zoll, und Breite von 5 bis 6 Zoll besitzt, so genügt er vollkommen. Zu analytischen Untersuchungen, bei welchen man mit nur geringen Quantitäten zu arbeiten pflegt, müfste der Apparat im kleineren Maafsstabe ausgeführt werden, wobei jedoch die Ersetzung des Wassers durch das zweite Gefäfs vorzuziehen wäre. — Am besten wählt man Trichter, welche ungefähr unter dem Winkel von 60° zusammenlaufen und eine ziemlich lange Spitze haben, wie diefs auch bei anderen Filtrationen anzurathen ist.

XVIII. *Molybdän und Kupfer im Meteoreisen.*

Die Königliche Societät der Wissenschaften erhielt unter dem vierten Mai von dem Hrn. Hofrath Stromeyer eine vorläufige Notiz über ein von demselben kürzlich untersuchtes Meteoreisen, in welchem seiner Analyse zufolge das Eisen aufser mit Nickel und Kobalt legirt, welches letztere Metall bekanntlich bereits im Sommer 1816 zuerst von ihm in dem Capschen Meteoreisen aufgefunden worden ist *), noch mit Molybdän und Kupfer verbunden vorkommt. Da diese beiden Metalle bis jetzt in dem Meteoreisen noch nicht wahrgenommen worden sind, so gewährt diese Entdeckung für die nähere Kenntnifs dieses merkwürdigen und hinsichtlich seines Ursprungs noch so höchst räthselhaften Körpers ein nicht geringes wissenschaftliches Interesse, welches noch dadurch erhöht wird, dafs das erstere dieser Metalle überhaupt auf der Erde nur in sehr geringer Menge, und bis jetzt nur ausschliefslich als Schwefelmolybdän im Molybdänglanz und als molybdänsaures Blei im Gelb-Bleierz angetroffen worden ist. — Aufserdem enthält dieses Me-

*) Diese Ann. Bd 56 S. 191.

teoreisen, wie mehrere andere derselben, auch Schwefeleisen im Minimo in ziemlich bedeutender Menge aufgelöst, daher dasselbe auch nur eine geringe Ductilität besitzt.

Eine genauere Beschreibung und Analyse dieses durch seine Zusammensetzung besonders merkwürdigen Meteoreisens behält sich der Hofrath Stromeyer vor, der Königlichen Societät nächstens vorzulegen. (Götting. Gelehrt. Anzeig. 1832, No. 77.)

XIX. *Ueber die Zersetzung, welche das zweite Schwefelsäurehydrat* ($\dot{H}\dddot{S}$) *durch die Wärme erleidet;* *von H. Hefs in St. Petersburg.*

Es ist angegeben worden, wie man es aus diesen Annalen, Bd. II (78) S. 419, ersehen kann, dafs Vitriolöl, in einer Retorte längere Zeit erhitzt, wasserfreie oder fast ganz wasserfreie Säure lieferte. Ich habe Gelegenheit gehabt diese Beobachtung zu prüfen, und theile daher die näheren Umstände mit.

Es wurde Schwefelsäure aus einer gläsernen Retorte im Sandbade destillirt. Die Destillation geht nach dieser Methode bekanntlich sehr langsam vor sich; in dem vorliegenden Falle wurde sie aber dadurch bedeutend verzögert, dafs die Retorte im Verhältnifs zu der Menge der Säure sehr grofs, und die Temperatur des Laboratorio kaum +4° war. Auch wurde die Destillation einige Mal unterbrochen. Nachdem ungefähr zwei Drittel der Säure, deren ganze Menge zehn Pfund betrug, übergegangen war, bildete sich, als man die Destillation von Neuem vornahm, im Halse der Retorte eine weifse eisige Masse, deren Menge sich eine Zeit lang vermehrte. Als aber



aber die Temperatur des ganzen Apparats merklich zugenommen hatte, fing die weiſse Masse an zu schmelzen; sie wurde also aufgehoben.

Diese krystallinische Säure schmolz leicht in der Wärme; beim Abkühlen setzten sich daraus würfliche Krystalle ab. Ein Theil dieser Säure wurde analysirt, das Resultat war: daſs sie als Vitriolöl mit einem geringen Zusatz vom ersten Hydrat ($\dot{H}\dddot{S}^2$) betrachtet werden konnte. Sie wurde in einer Glasröhre eingeschmolzen, und, nachdem die Säure darin wieder krystallisirt war, die Röhre so umgekehrt, daſs das anhängende Vitriolöl leicht abflieſsen konnte. Es wurde 0,648 Grm. der so krystallisirten Säure durch Auflösen in Wasser und Niederschlagen mit Chlorbaryum analysirt. Das Resultat war:

		Sauerstoffgehalt.
Schwefelsäure	0,559	0,334
Wasser	0,089	0,079
	0,648.	

Man sieht hieraus, daſs ein kleiner Zusatz vom ersten Schwefelsäurehydrat schon hinreichend ist, um Vitriolöl bei 0° zum Krystallisiren zu bringen. Ein Theil dieser Säure wurde in eine gebogene, an beiden Enden zugeschmolzene Glasröhre einer abermaligen Destillation unterworfen, und diese unterbrochen, als ungefähr die Hälfte der Säure übergegangen war. — Das Ende der Glasröhre, welche die neu übergegangene Säure enthielt, wurde abgeschnitten und zugeschmolzen, das Gewicht desselben bestimmt und dann die Säure analysirt. Die Menge der Säure betrug nur 0,1065 Grm. Die Analyse gab:

		Sauerstoff.
Schwefelsäure	0,0976	0,05842
Wasser	0,0089	0,00791
	0,1065.	

Dieses letzte Resultat zeigt deutlich, dafs das Destillat weniger Wasser enthielt, als zur Bildung des ersten Hydrats nöthig. Da die Menge der analysirten Substanz klein war, so mufste jeder Verlust um desto mehr die Menge des Wassers vermehren.

Die Menge der Säure, die mir übrig blieb, erlaubte nicht mehr, sie einer zweiten Destillation zu unterwerfen.

Berichtigungen.

Im Aufsatz des Prof. Hoffmann:
Seite 67 Zeile 7 und 13 von unt. statt Cap Boco lies Capo Boĕo.
— 69 Z. 14 st. oben auf jener l. eben auf jener.
— 71 Z. 9 v. u. st. Nordseite l. Südseite.
— 74 Z. 8 v. ob. st. Sambucca l. Sambuga.
— 74 Z. 8 v. u. st. weifsen Laven l. meisten Laven.
— 76 Z. 16 v. u. st. Nicolosia l. Nicolosi.
— 85 Z. 7 v. u. st. als eine seltene, nur unter diesen Umständen beobachtete Erscheinung l. als eine selten nur unter etc.

Im Aufsatz des Prof. Liebig:
Seite 275 Z. 4 statt 1 At. l. 2 At. Wasser.

Zu den Kupfertafeln.

Taf. II. Auf dem Kärtchen st. Cap Boco l. Cap Boĕo.
Taf. V. Fig. 11 gehört zu einem Aufsatz des Hrn. Wheastone, der im nächsten Bande mitgetheilt werden wird.
Taf. V. Fig. 14 und 15 siehe S. 508.



Meteorologische Beobachtunge

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Psychro	
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12
1	36,08	35,05	34,25	+ 0,8	+ 2,5	+ 0,8	+ 2,3	+ 2,4		
2	31,48	31,53	31,35	— 0,5	+ 4,8	+ 0,5	+ 3,3	+ 4,8		
3	31,39	31,61	31,99	+ 0,8	+ 5,3	+ 0,8	+ 3,5	+ 5,2		
4	38,09	38,53	38,71	— 0,4	+ 4,0	+ 0,1	+ 3,1	+ 3,8		
5	40,25	40,40	40,41	— 1,2	+ 3,2	— 0,8	+ 1,6	+ 3,0		
6	40,12	39,98	38,38	— 1,8	+ 2,6	— 1,3	+ 1,8	+ 2,3		
7	36,88	37,09	37,13	+ 1,5	+ 3,4	+ 1,5	+ 3,0	+ 3,2		
8	40,56	40,98	41,30	+ 1,5	+ 2,9	+ 1,8	+ 2,8	+ 2,8		
9	41,69	41,44	41,17	+ 1,5	+ 2,5	+ 1,8	+ 2,5	+ 2,4		
10	38,57	38,33	38,05	+ 1,0	+ 4,3	+ 2,5	+ 4,0	+ 4,0		
11	39,54	39,46	39,29	+ 0,5	+ 3,1	+ 1,3	+ 2,7	+ 3,0		
12	38,93	38,96	38,77	— 0,4	+ 2,1	+ 0,1	+ 1,3	+ 2,0		
13	40,67	40,92	40,86	— 1,5	— 1,0	— 1,4	— 1,5	— 1,0		
14	41,06	40,96	40,34	— 5,8	— 1,0	— 5,4	— 2,9	— 1,0		
15	39,54	39,17	38,71	— 6,1	+ 1,1	— 5,1	— 1,3	+ 1,1		
16	37,37	37,15	36,63	— 5,0	+ 2,3	— 4,1	+ 0,8	+ 2,3		
17	35,90	36,37	36,23	— 3,6	+ 2,5	— 2,3	+ 0,7	+ 2,5		
18	39,07	39,59	39,87	— 4,1	+ 2,8	— 3,3	+ 0,8	+ 2,8		
19	42,41	42,81	42,81	— 3,5	+ 3,6	— 2,9	+ 1,2	+ 3,5		
20	43,63	43,63	43,28	— 2,8	+ 4,2	— 1,5	+ 3,0	+ 4,2		
21	41,82	41,60	41,02	— 2,2	+ 7,4	— 1,8	+ 4,5	+ 7,3		
22	40,93	41,04	40,94	— 1,2	+ 7,5	— 0,5	+ 5,5	+ 7,4		
23	41,02	40,81	40,49	— 2,0	+ 4,7	— 0,6	+ 2,8	+ 4,5		
24	39,51	39,31	38,93	— 3,0	+ 2,8	— 2,9	+ 1,7	+ 2,7		
25	38,75	39,14	39,39	+ 0,2	+ 5,7	+ 1,7	+ 4,7	+ 4,1		
26	40,51	40,54	40,43	0,0	+ 2,4	+ 0,6	+ 2,0	+ 2,1		
27	39,41	39,40	39,21	— 2,8	+ 4,2	— 0,9	+ 3,6	+ 4,3		
28	39,03	39,16	38,93	— 3,4	+ 4,5	— 2,3	+ 1,0	+ 4,3		
29	38,66	38,96	38,92		+ 3,2	— 1,4	+ 2,6	+ 2,9		
	337,51	337,50	337,24	+ 0,3	+ 3,6	+ 0,8	+ 2,8	+ 3,4		
	39,81	39,90	39,68	— 3,2	+ 2,0	— 2,5	+ 0,5	+ 1,9		
	39,96	39,99	38,83	— 1,6	+ 4,7	— 0,8	+ 3,2	+ 4,4		
	39,06	39,10	38,54	— 1,5	+ 3,4	— 0,8	+ 2,1	+ 3,2		

…ngestellt in Berlin. — April 1832.

…	Wind.			Wetter.		
…J.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U	12 U.	3…
	SSO.	SSW.	SW.	vermischt	heiter	heiter
	SW.	SW.	NW.	heiter	- -	- -
	W.	W.	NW.	bedeckt	bedeckt, regnigt	bedeckt,
…5,8	W.	NW.	NW.	ganz heiter	ganz heiter	ganz hei…
…3,0	NW.	NW.	WNW.	bedeckt	bedeckt	vermisch…
…3,7	NNO.	N.	N.	heiter	vermischt	heiter
…2,8	O.	ONO.	NO.	- -	ganz heiter	ganz hei…
	NW.	NO.	NO.	ganz heiter	heiter	heiter
…3,5	N.	NO.	NO.	vermischt	- -	- -
…3,0	O.	O.	O.	heiter	- -	- -
…3,7	SO.	NO.	O.	vermischt	bedeckt	bedeckt
	OSO.	O.	O.	bedeckt	heiter	heiter
	NO.	O.	O.	ganz heiter	ganz heiter	ganz hei…
	O.	O.	O.	- -	- -	- -
	O.	O.	O.	- -	- -	
…9,3	OSO.	S.	S.	- -	- -	ganz hei…
…9,1	SO.	NO.	O.	- -	- -	- -
…5,8	O.	O.	O.	- -	- -	- -
	OSO.	SO.	SO.	- -	- -	- -
…8,1	NW.	NW.	NW.	vermischt	verm. (11^h Reg.)	vermisch…
…7,3	WSW.	W.	NW.	bedeckt	bedeckt	bedeckt,
…5,3	N.	NW.	NW.	- -	vermischt	heiter
…6,2	N.	NO.	NW.	heiter	heiter	- -
…3,9	NO.	NO.	NO.	ganz heiter	ganz heiter	ganz hei…
…3,0	O.	O.	ONO.	heiter	- -	heiter
…3,8	N.	O.	N.	vermischt	bedeckt	vermisch…
…3,7	O.	O.	N.	heiter	heiter	heiter
…4,2	W.	W.	NNW.	vermischt	vermischt	vermischt
	O.	O,	O.	heiter	- -	- -
…8,8	O.	O.	SO.	bedeckt	bedeckt	bedeckt
	Mittel vom 1 bis 10					
	Mittel - 10 - 20					
	Mittel - 20 - 30					
	Mittel - 1 - 30					

Schade in Berlin.







